



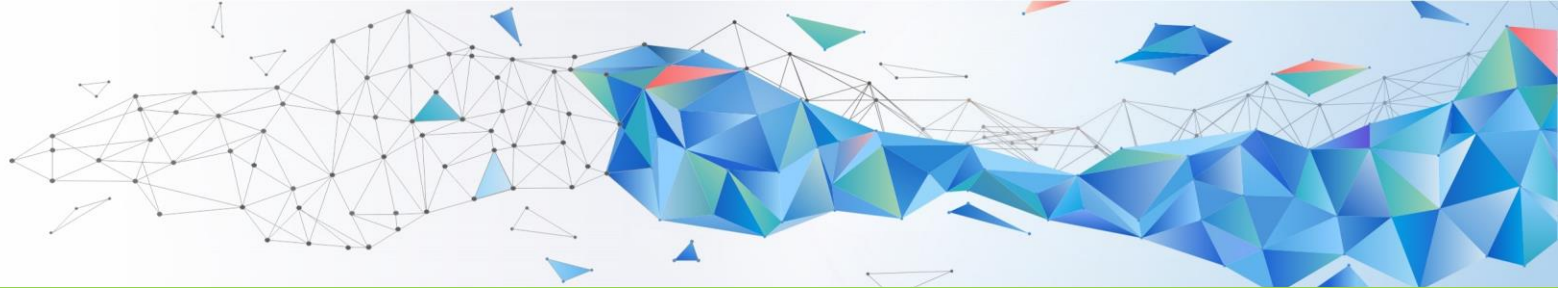
# Российские САЕ-системы

## Для каждой задачи найдется решение!

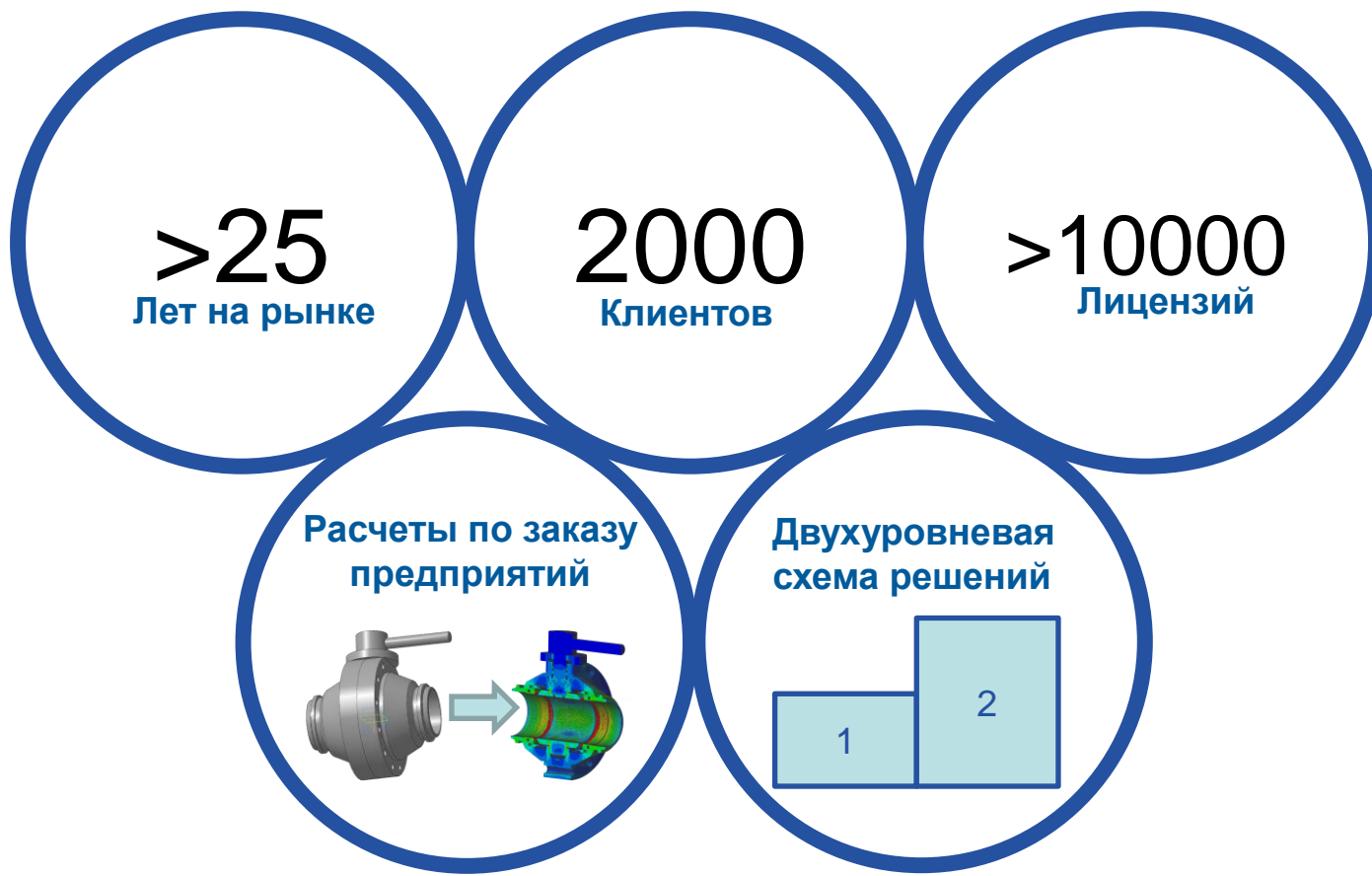
Программные продукты линейки АРМ  
для инженерных расчетов



НТЦ «АПМ» - ведущий разработчик ПО для инженерных расчетов



## НТЦ «АПМ» российский производитель САЕ-систем





## Линейка программных продуктов НТЦ «АПМ»

APM Multiphysics

Моделирование физических процессов, прочностной расчет и проектирование конструкций, деталей машин и механизмов

APM WinMachine

Прочностной расчет и проектирование конструкций, деталей машин и механизмов

APM StructFEM

Прочностной расчет конструкций

APM Mechanic

Расчет и проектирование деталей машин и механизмов

APM EMA

Расчет электромагнитных полей

APM FGA

Анализ течения жидкости и газа

APM ECA

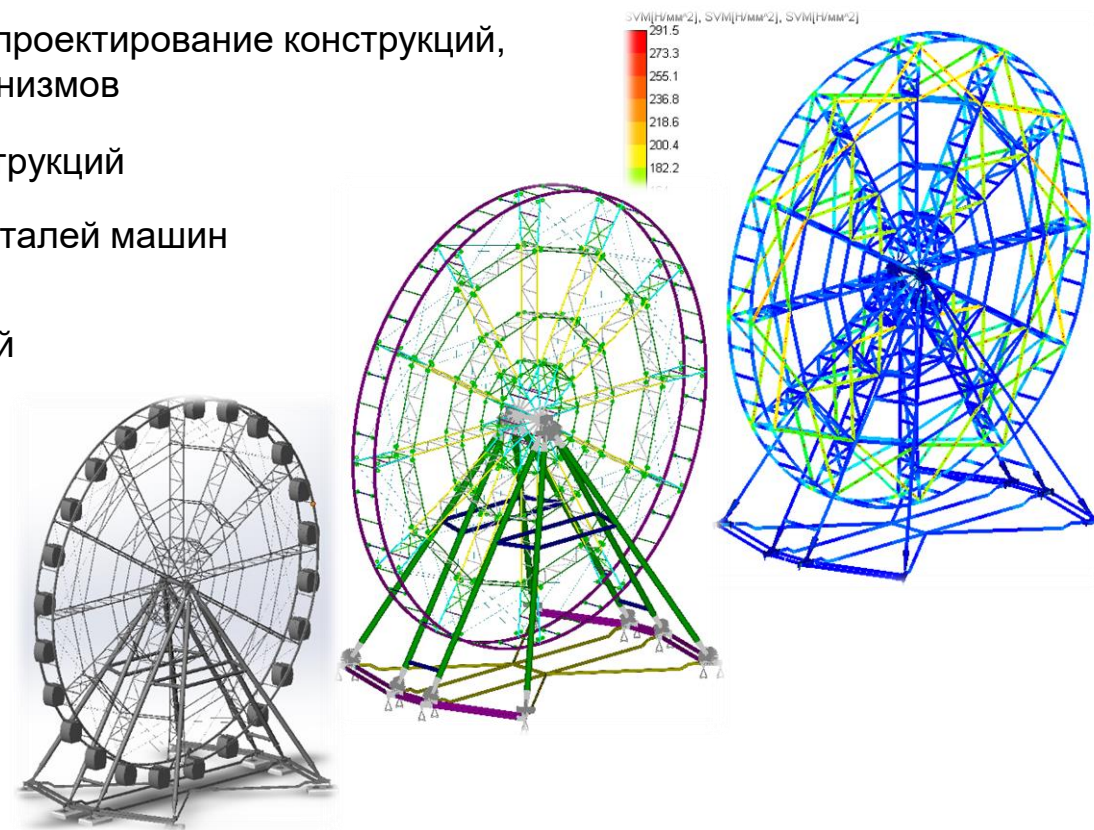
Расчет электрических цепей

APM FEM

Прочностной анализ для КОМПАС-3D

APM Civil Engineering

Расчет и проектирование конструкций для промышленного и гражданского строительства



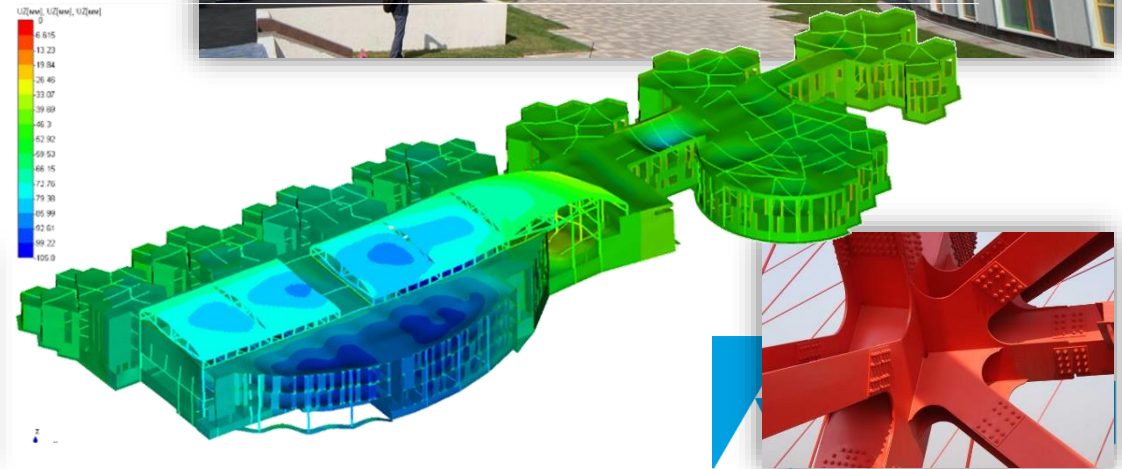
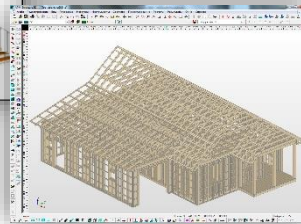
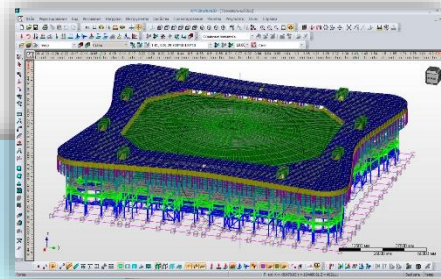


## APM Civil Engineering

### Расчет и проектирование конструкций для промышленного и гражданского строительства

Позволяет выполнять расчеты:

- Metallokonstrukций,
- Железобетонных конструкций,
- Армокаменных конструкций,
- Деревянных конструкций,
- Соединений в конструкциях,
- Оснований и фундаментов.







## Прочностной анализ для КОМПАС-3D

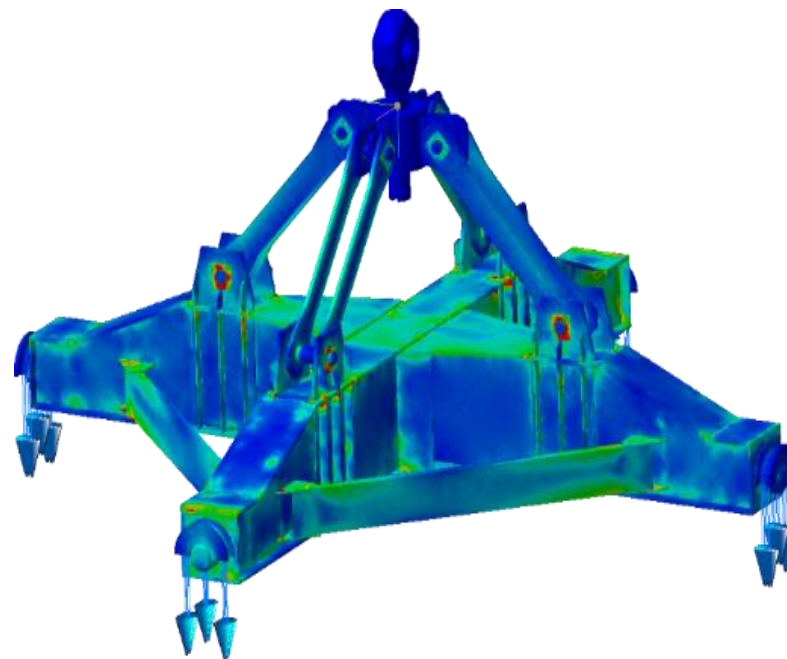
Система прочностного анализа **АРМ FEM для КОМПАС-3D** предназначена для выполнения экспресс-расчетов напряженно-деформированного состояния твердотельных и поверхностных объектов.

В состав продукта входят инструменты:

- подготовки деталей и сборок к расчёту,
- задания граничных условий,
- генераторы конечно-элементной сетки,
- постпроцессор.

Этот функциональный набор позволяет выполнить:

- Статический расчет;
- Усталостный расчет;
- Расчет устойчивости;
- Стационарный тепловой анализ;
- Топологическую оптимизацию.



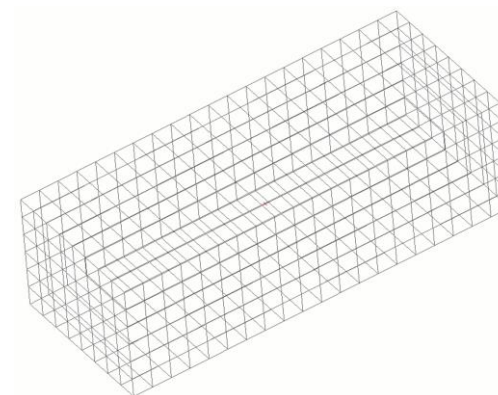
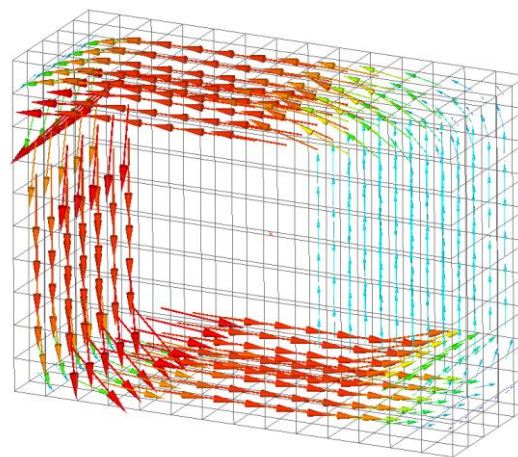
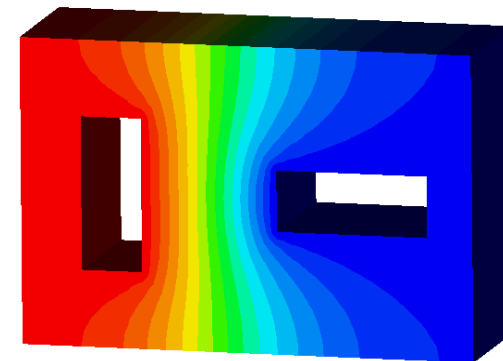
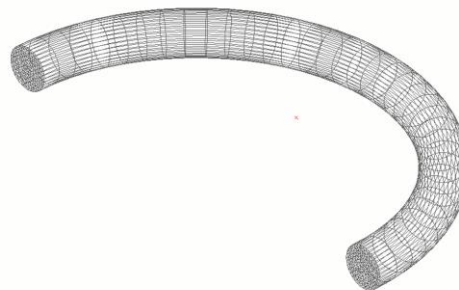


## Расчет электромагнитных полей

APM EMA – позволяет моделировать и выполнять различные виды анализа характеристик электромагнитного поля. Расчеты выполняются для **стационарных** и **нестационарных** режимов.

Основными типами расчетов являются:

- **электростатический расчет;**
- **расчет поля постоянных токов;**
- **магнитостатический расчет;**
- **нестационарный электромагнитный расчет;**
- **высокочастотный модальный анализ.**

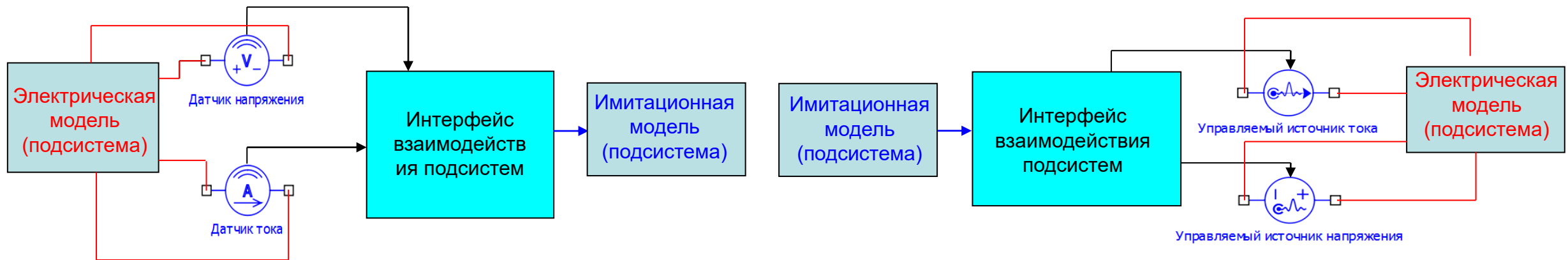




## Расчет электрических цепей

APM ECA позволяет проводить схемотехническое моделирование сложных систем (электрические цепи, системы управления и т.д.), которые могут включать:

- электрические цепи произвольной топологии, состоящие из пассивных, активных, а также программируемых элементов, функциональные свойства которых задает пользователь;
- элементы системы управления (регуляторы, дифференцирующие звенья);
- обработки сигналов (интеграторы, усилители, компараторы).



### Модели электрических цепей

#### Виды анализа:

- статический
- гармонический анализ
- анализ нестационарных процессов

### Имитационные модели

#### Виды анализа:

- анализ нестационарных процессов





## Анализ течений жидкостей и газов

**APM FGA** предназначен для анализа кинематических, динамических, тепловых, энергетических и силовых характеристик течений жидких и газовых сред, а также количественной и качественной оценки их влияния на различные инженерно-технические объекты.

### Основные функциональные возможности

#### Физика течений:

- ламинарная / турбулентная
- изотермическая / термическая

#### Модели турбулентности:

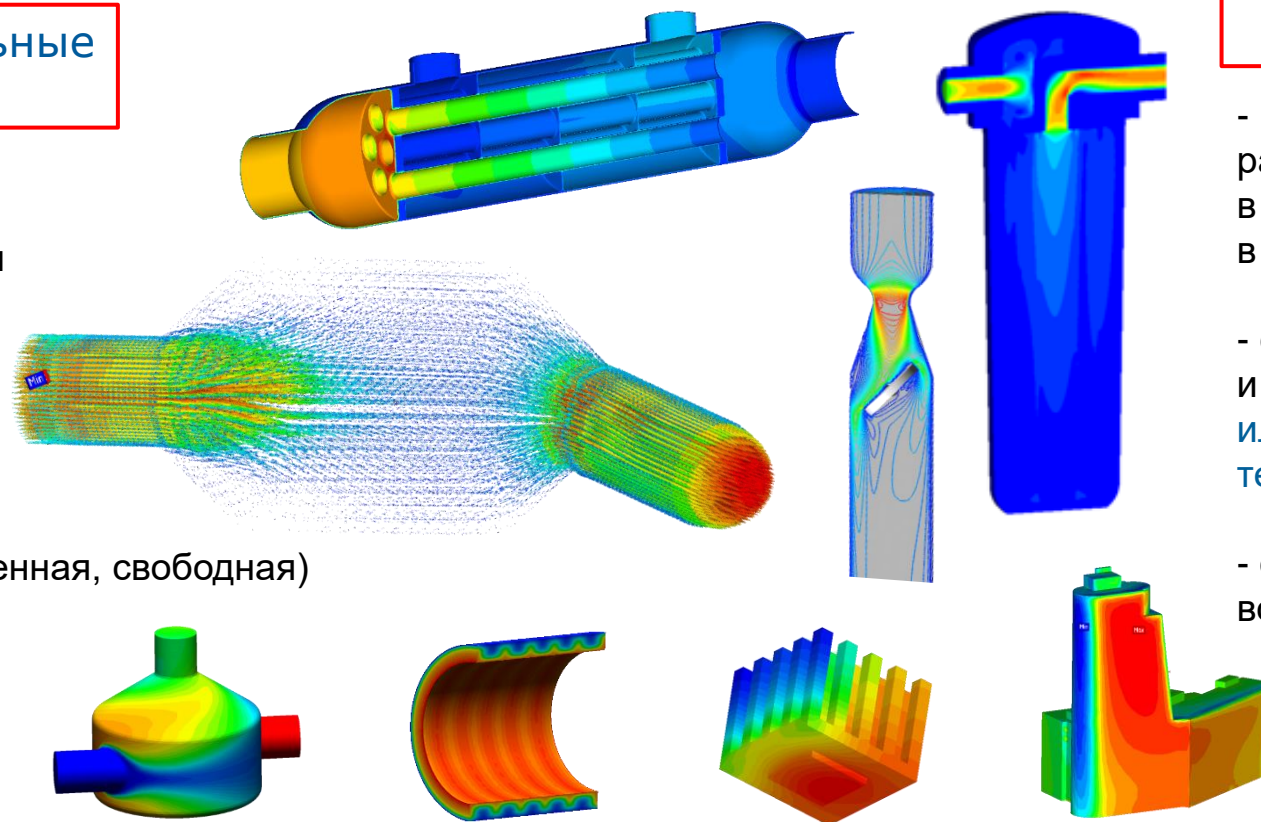
- алгебраическая
- кинетической энергии

#### Процессы теплообмена:

- теплопроводность
- конвекция (адвекция, вынужденная, свободная)
- излучение
- смешанные

#### Сопряженные задачи:

- сопряженный теплообмен
- односторонний FSI



### Применение

- гидравлическое оборудование различного назначения, в которых жидкость выступает в качестве рабочей среды;
- системы нагрева, охлаждения и вентиляции, в которых жидкость или газ выступают в качестве теплоносителей;
- объекты, которые подвергаются воздействиям ветровых потоков.

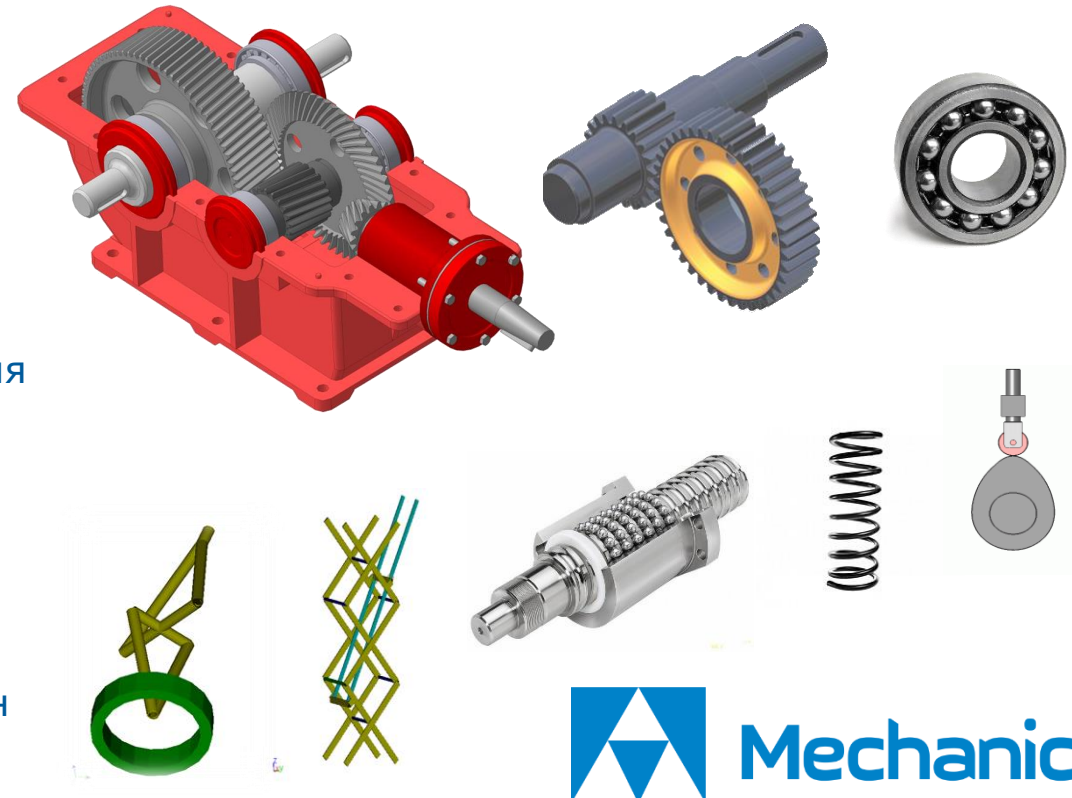


## Расчет и проектирование деталей машин и механизмов

**APM Mechanic** позволяет конструкторам выполнять проектировочные и проверочные расчеты деталей машин и механизмов с использованием инженерных методик, а также создавать документацию в соответствии и ЕСКД с использованием баз данных стандартных изделий и материалов.

### Состав расчетных модулей:

- APM Drive** - проектирование привода вращательного движения
- APM Trans** - расчет и проектирование механических передач вращения
- APM Shaft** - расчет и проектирование валов и осей
- APM Bear** - расчета и проектирования подшипниковых узлов качения
- APM Plain** - расчета и проектирования подшипников скольжения
- APM Spring** - расчета и проектирования упругих элементов машин
- APM Screw** - расчета неидеальных винтовых передач
- APM Cam** - расчета и проектирования кулачковых механизмов
- APM Joint** - расчета и проектирования соединений элементов машин
- APM Dynamics** - динамический анализ стержневых систем







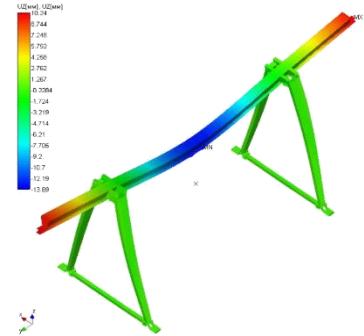
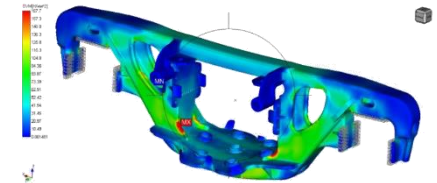
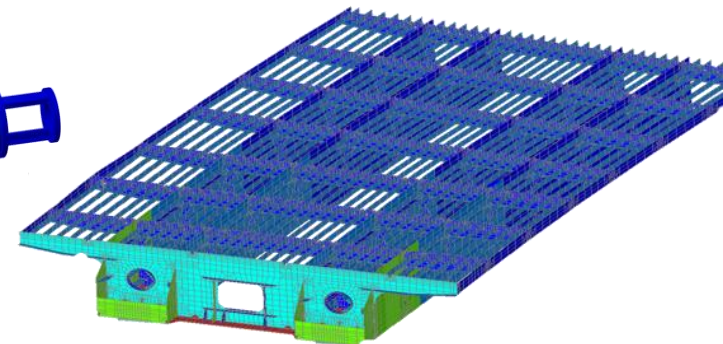
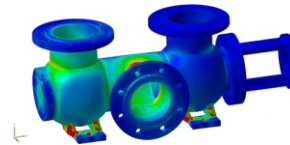
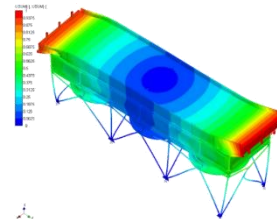
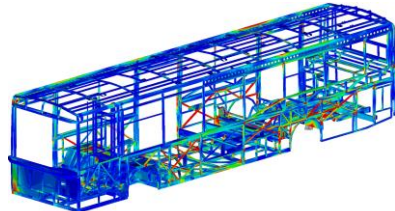
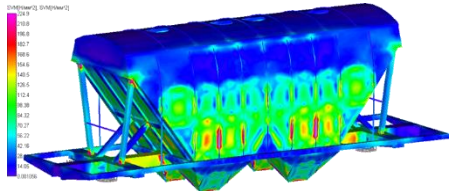
## Прочностной расчет конструкций



**APM StructFEM** позволяет проводить анализ напряженно-деформированного состояния трехмерных объектов любой сложности. Инструменты конечно-элементного анализа позволяют подготовить к расчету модель конструкции с использованием балочных, пластинчатых и твердотельных, а также специализированных типов конечных элементов.

### Основные возможности:

- Линейный статический расчет;
- Усталостный расчет;
- Расчет устойчивости (определение коэффициентов запаса и форм потери устойчивости);
- Расчет собственных частот (определение частот колебаний и собственных форм);
- Нелинейный анализ (физическая, геометрическая нелинейность, контактная задача);
- Тепловой анализ (стационарный и нестационарный);
- Расчет вынужденных колебаний (анимация колебательного процесса);
- Проверка несущей способности, автоматический подбор поперечного сечения;
- Работа с материалами (изотропными, анизотропными и т.д.);
- Расчеты сварных, резьбовых, заклепочных соединений.







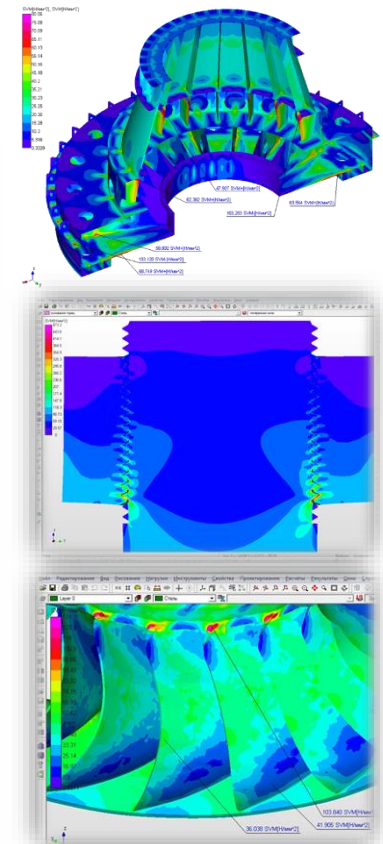
## Прочностной расчет и проектирование конструкций, деталей машин и механизмов



APM WinMachine – CAE-система автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения.

### Основные решаемые задачи:

- ✓ Проектировочные и проверочные расчеты деталей машин;
- ✓ Кинематический и динамический анализ рычажных механизмов;
- ✓ Подготовка моделей к конечно-элементному анализу, генерация сеток конечных элементов;
- ✓ Анализ напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственной и вынужденной динамики, стационарной и нестационарной теплопроводности;
- ✓ Расчет соединений элементов конструкций.





## Моделирование физических процессов, прочностной расчет и проектирование конструкций, деталей машин и механизмов

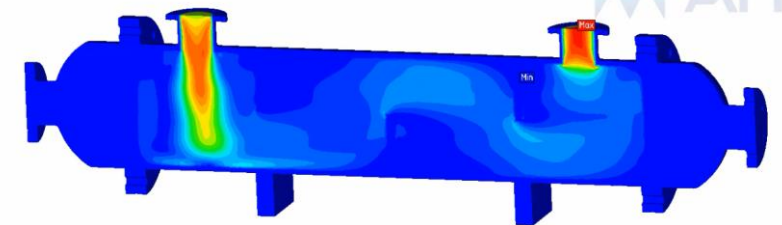
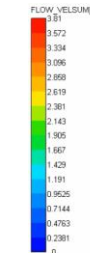
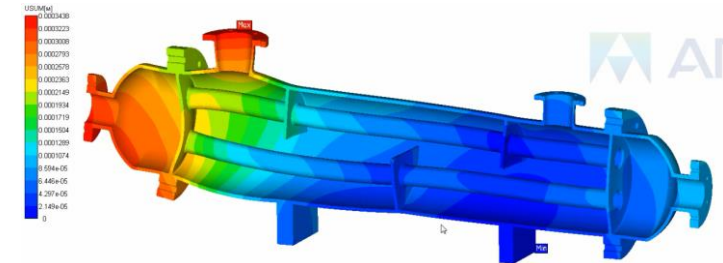
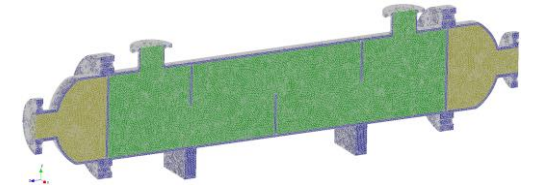
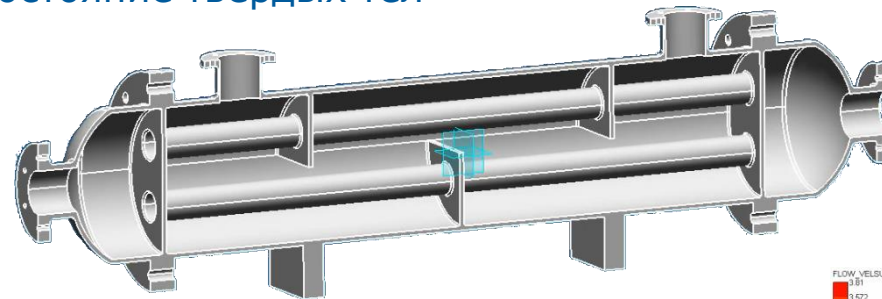


### Моделирование различных физических процессов:

- ✓ Напряженно-деформированное состояние твердых тел
- ✓ Теплопроводность твердых тел
- ✓ Течений жидкостей и газов
- ✓ Электромагнитных полей
- ✓ Электрических цепей


### Мультифизический анализ:

- ✓ НДС и теплопроводности твердых тел
- ✓ Сопряженный теплообмен
- ✓ НДС твердых тел и течений жидкостей и газов (односторонний FSI)
- ✓ НДС твердых тел и течений жидкостей и газов (двусторонний FSI совместно с FlowVision компании TECIS)





## Каждый программный продукт состоит из набора расчетных модулей


ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

**APM Multiphysics PROF**  
Анализ физических процессов, прочности и деталей машин

---

**APM WinMachine**  
Расчеты конструкций, деталей машин и их соединений

---

**APM StructFEM**  
Прочностной расчет конструкций

---

**APM Mechanic**  
Расчет и проектирование деталей машин и механизмов

---





















**APM FGA**  
Анализ течений жидкостей и газов

---

**APM EMA**  
Расчет электромагнитных полей

---

**APM ECA**  
Расчет электрических цепей

 Structure3D	 Studio	 Dynamics	 Joint	 Book
 Drive	 Trans	 Shaft	 Bear	 Graph
 Spring	 Screw	 Plain	 Cam	 ECA
 Base	 Material	 Mechanical	 Construction	 Section

Анализ физических процессов, прочности и деталей машин

apm.ru
Copyright © НТЦ «АПМ» 2021 Все права защищены


ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

**APM Civil Engineering PROF**  
Расчет и проектирование конструкций для промышленного и гражданского строительства

Комплектация Steel Concrete Wood

 Structure3D	 Studio	 Base	 Graph	 Joint
 Wood	 Material	 Mechanical	 Construction	 Section

Расчет и проектирование конструкций для промышленного и гражданского строительства

apm.ru
Copyright © НТЦ «АПМ» 2021 Все права защищены



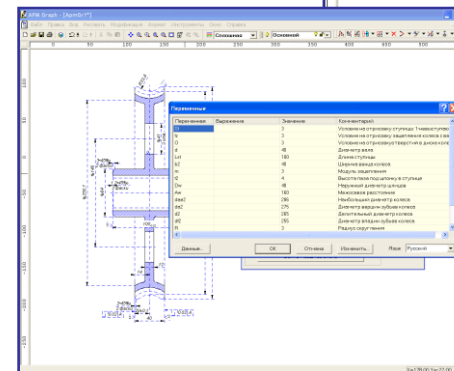
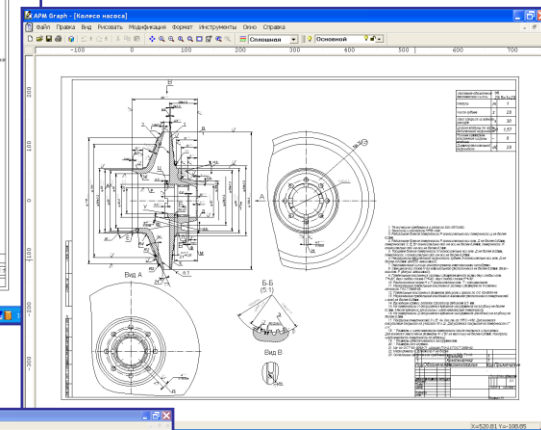
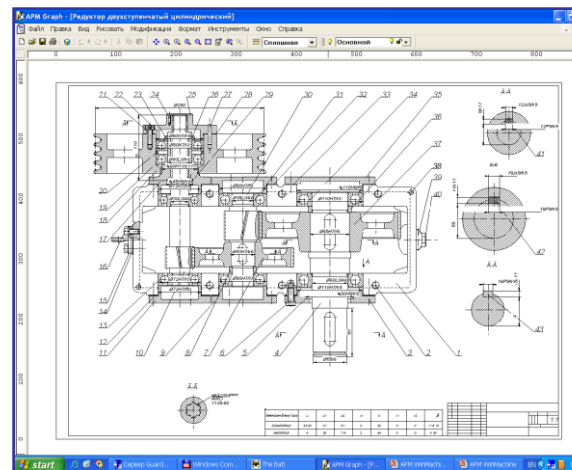


## APM Graph

плоский графический редактор с параметрическими возможностями

### Основные возможности

- Создание конструкторской документации в соответствии с ЕСКД
- Создание параметрических моделей
- Пре и –пост процессор для раздела «Детали машин и соединения»
- Импорт/экспорт графической информации
- Поддержка печати



# 2D

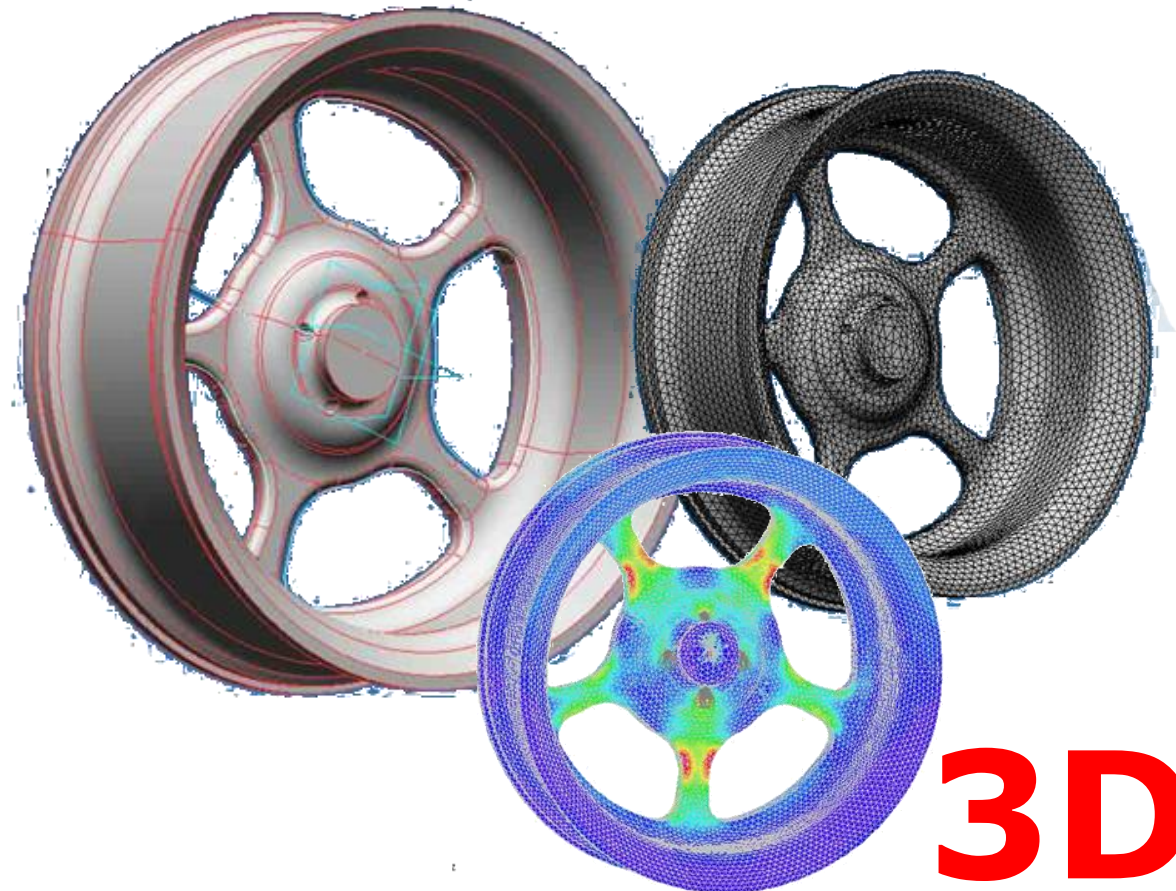


## APM Studio

Пре- и постпроцессор для прочностного анализа  
твердотельных и поверхностных моделей

### Основные возможности

- Создание поверхностных и твердотельных моделей
- Импорт данных через форматы STEP, SAT
- Автоматическая генерация КЭ-сетки (4-х, 10-ти узловые конечные элементы)
- Проведение экспресс анализа прочности (статика, устойчивость, собственные частоты, стационарная теплопроводность)
- Прямая интеграция с модулем прочностного анализа APM Structure3D
- Генерация отчета по результатам проведенного расчета



**3D**



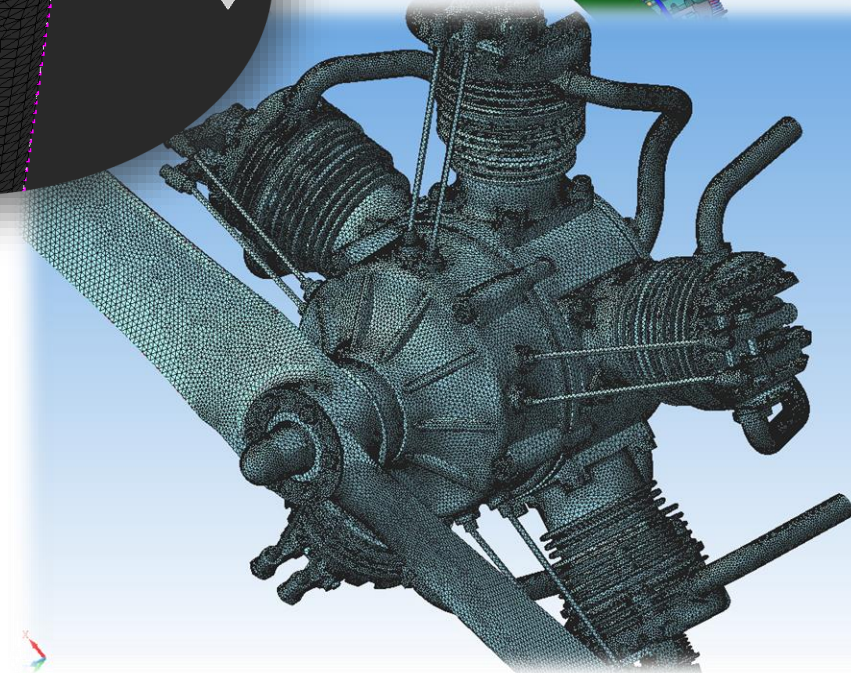
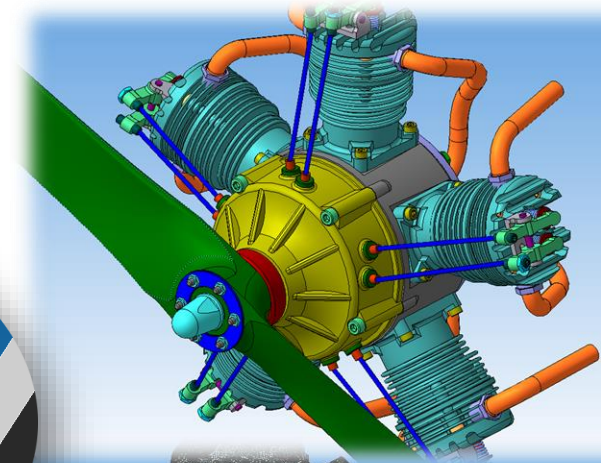
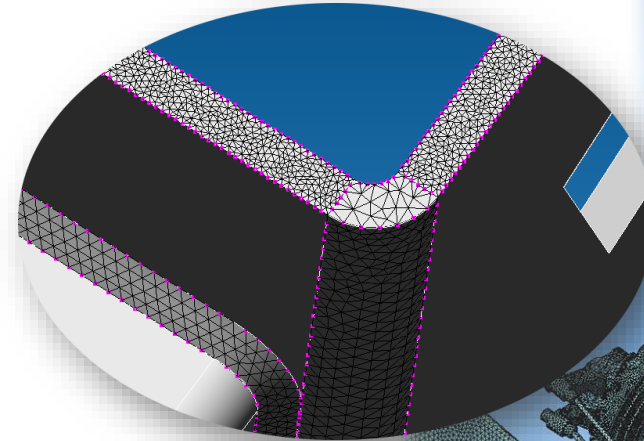
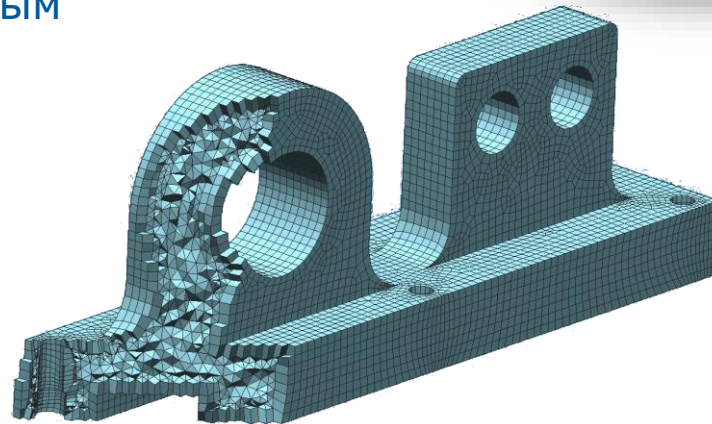


## APM Studio

Пре- и постпроцессор для прочностного анализа  
твердотельных и поверхностных моделей

### Основные возможности генератора сеток

- Разбиение поверхностных и твердотельных трехмерных моделей
- Автоматическое создание сеток как с постоянным, так и с адаптивным шагом разбиения
- Принудительное разбиение отдельных ребер, граней, деталей (до создания основной сетки)





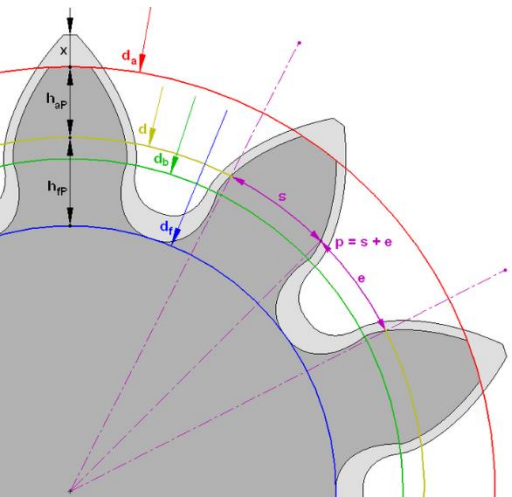


## APM Trans

### Проектирование механических передач вращения

#### Основные возможности:

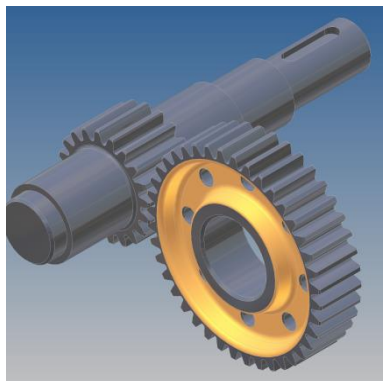
- Проектировочный расчет
- Проверочный расчет (по долговечности и несущей способности)
- Проектирование «с ограничениями»
- Расчет зазоров и допусков
- Моделирование зацепления
- Использование пользовательских БД
- Автоматическое создание чертежей
- Автоматическое создание текстового отчета



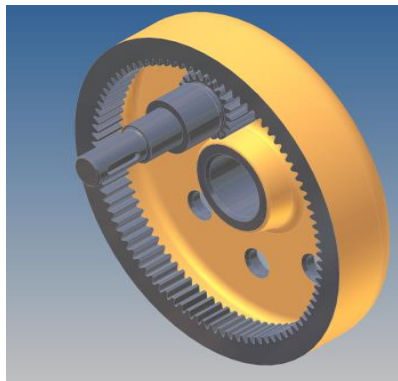


## APM Trans

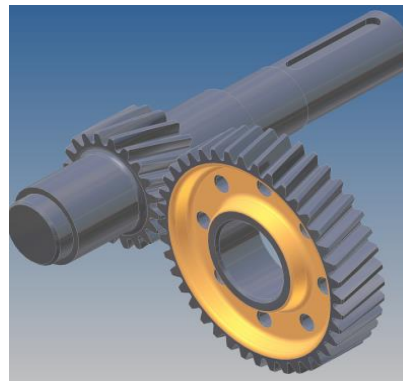
### Проектирование механических передач вращения



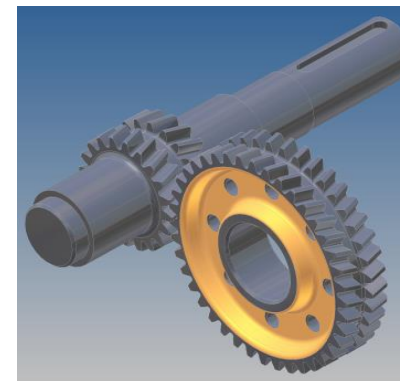
**Прямозубые**



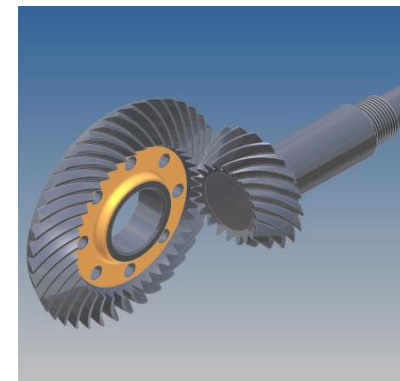
**Прямозубые  
внутреннего зацепления**



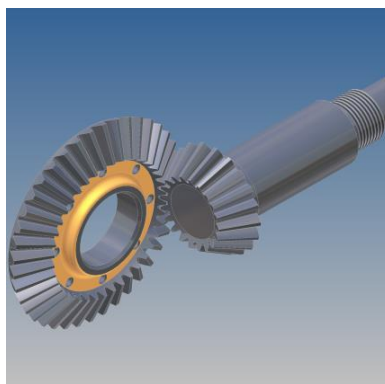
**Косозубые**



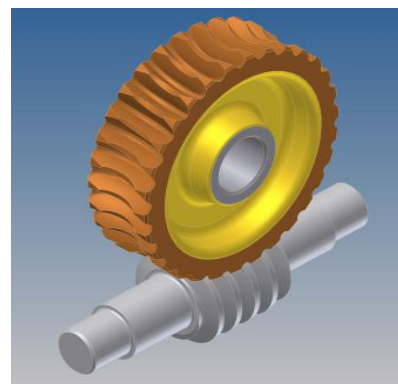
**Шевронные**



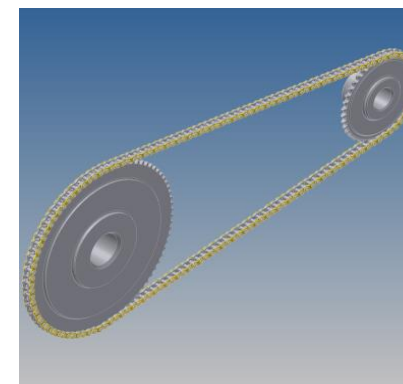
**Конические  
с круговым зубом**



**Конические  
с прямым зубом**



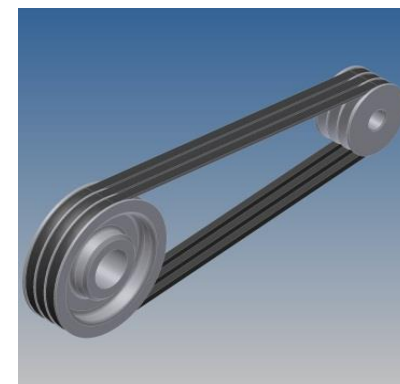
**Червячные**



**Цепные**



**Плоскоременные**



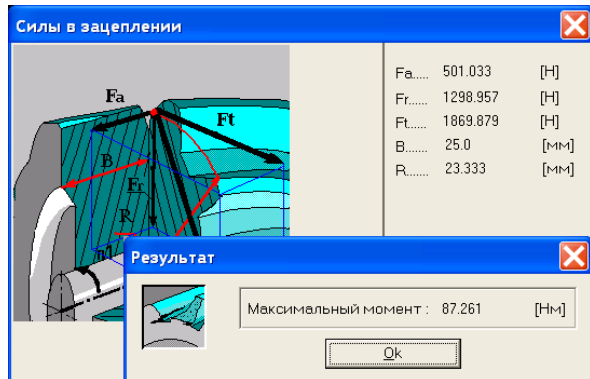
**Клиноременные**



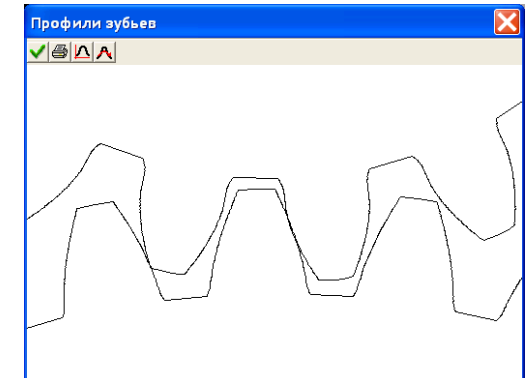
## APM Trans

### Проектирование механических передач вращения

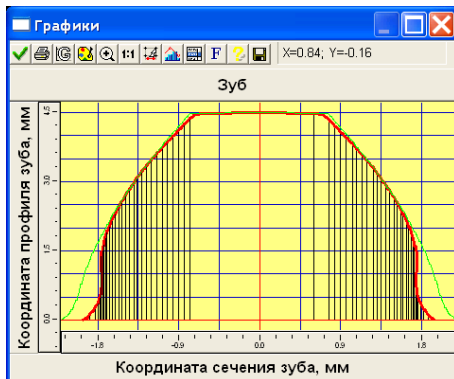
#### Примеры вывода результатов расчета



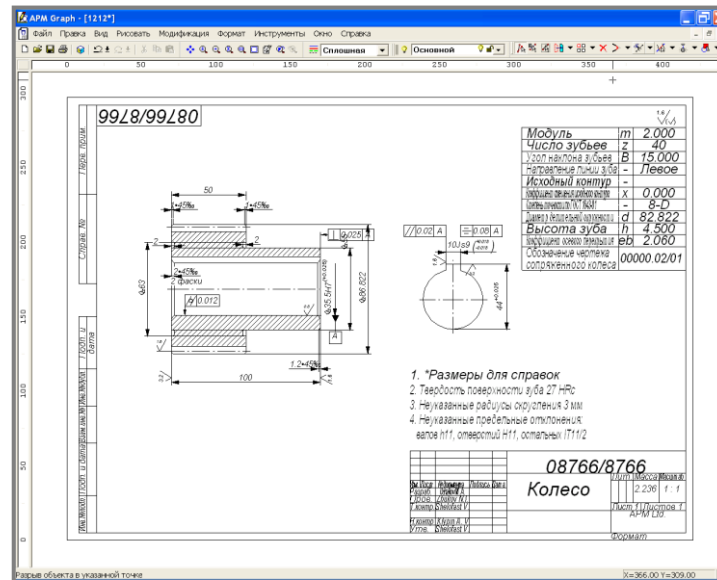
Расчет усилия в зацеплении



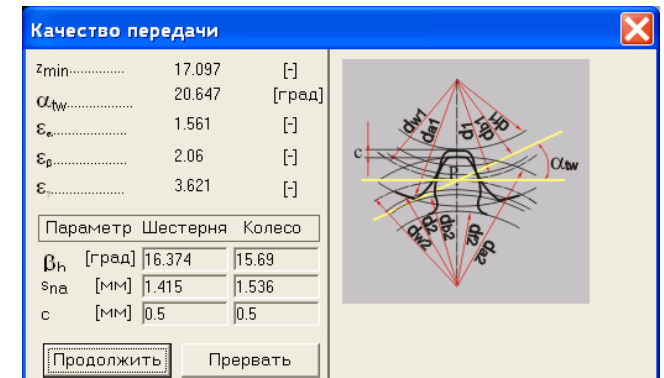
Моделирование зацепления



Построение профиля зуба



Генерация чертежа элемента передачи



Проверка качества передачи



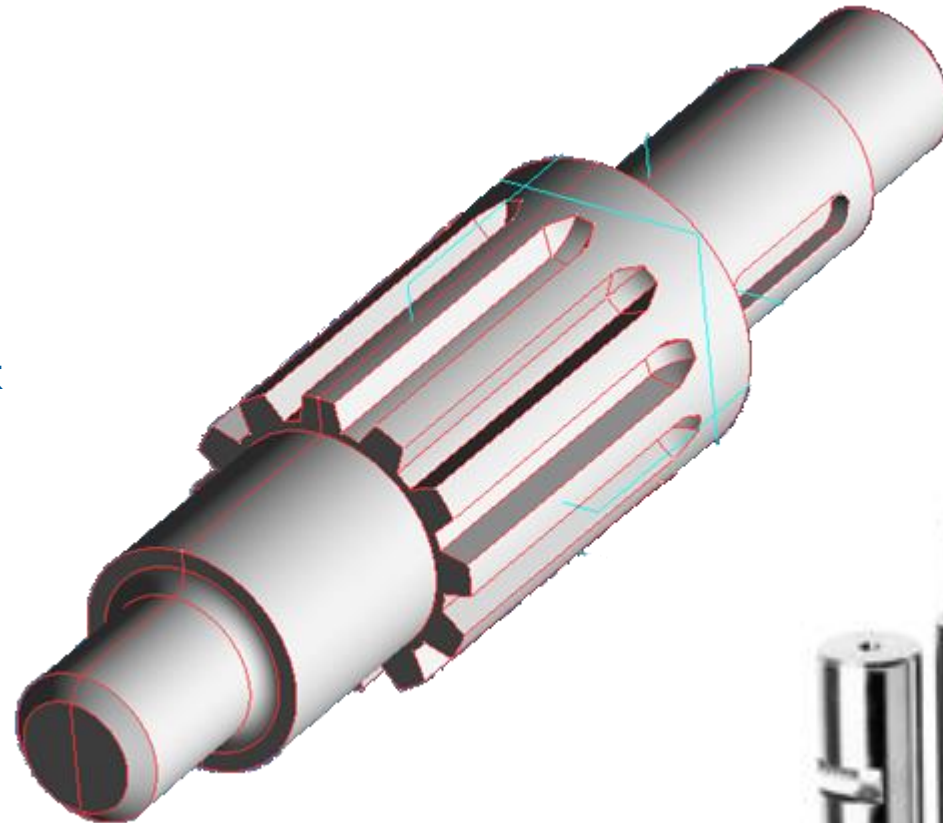


## APM Shaft

### Комплексное проектирование валов

#### Основные возможности

- Расчет статической прочности
- Усталостный расчет
- Расчет динамических характеристик
- Автоматическая генерация чертежа
- Автоматическое создание текстового отчета

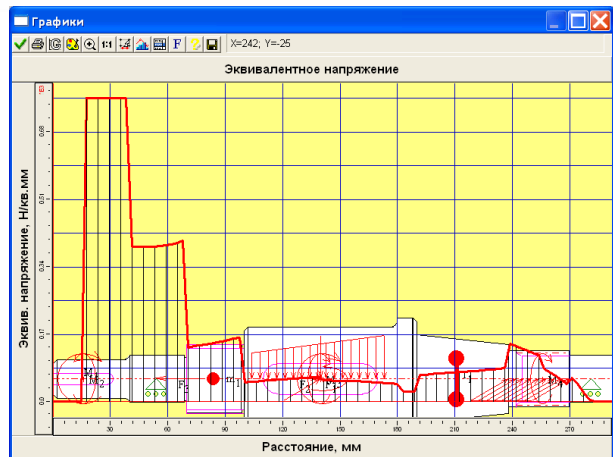




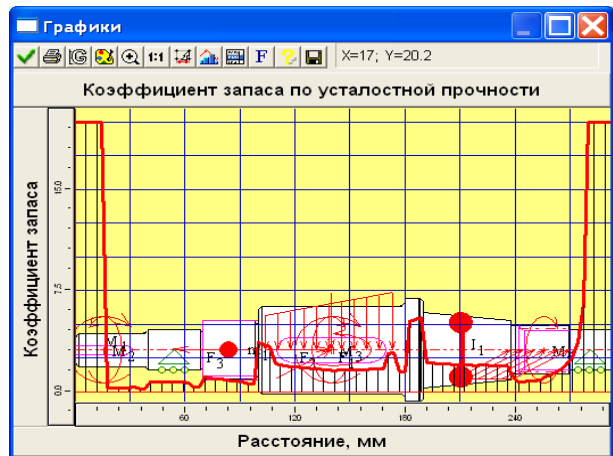
# APM Shaft

## Комплексное проектирование валов

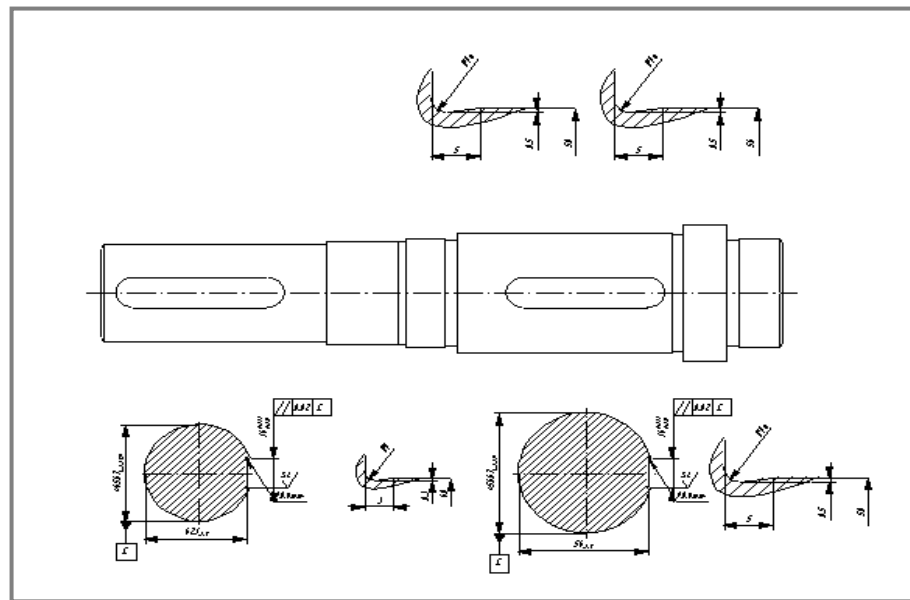
Примеры вывода  
результатов расчета



Распределение эквивалентных напряжений



Распределение коэф. запаса по усталостной прочности



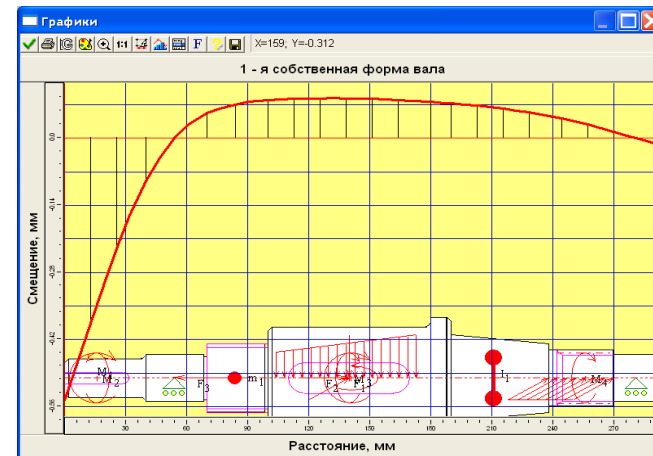
Генерация чертежа вала

Собственные частоты изгибных колебаний

Порядковый Номер	Частота [рад/с]	Частота [Гц]
1	1637.4124	260.6023
2	10806.3807	1719.8889
3	38269.7861	6090.8256
4	88909.7597	14150.4277
5	150318.3639	23923.9107

OK Показать форму Справка

Таблица собственных частот изгибных колебаний



1-я собственная форма изгибных колебаний

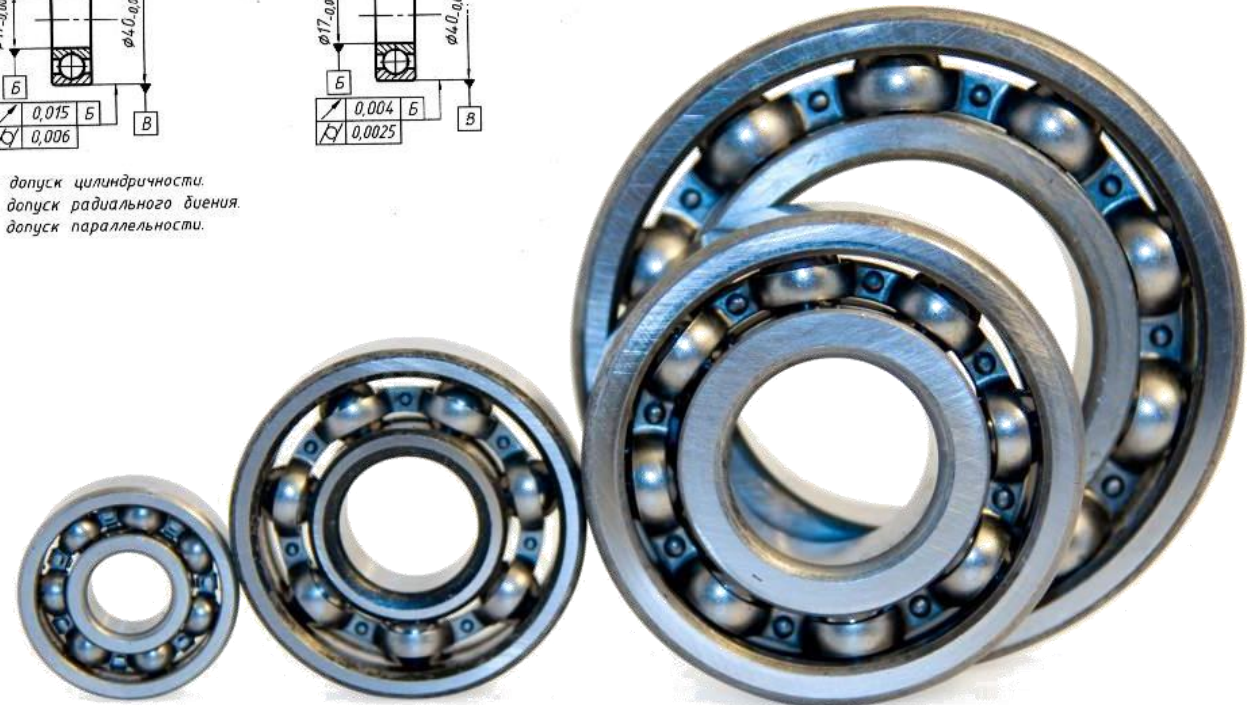
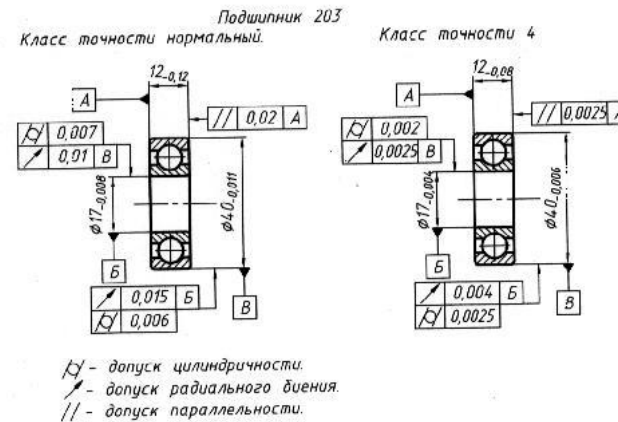


## APM Bear

### Расчет и проектирование подшипников качения

#### Основные возможности

- Расчет долговечности
- Максимальные контактные напряжения
- Определение перемещения центра подшипника
- Определение сил на тела качения
- Расчет потерь мощности
- Расчет момента трения
- Выделение тепла

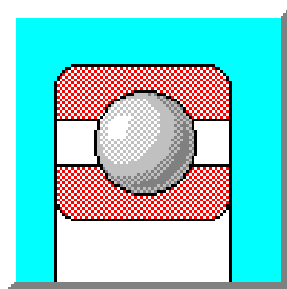




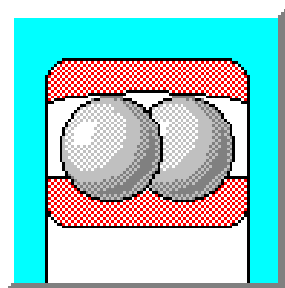


## APM Bear

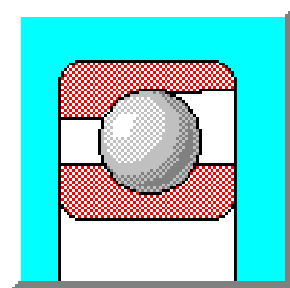
### Расчет и проектирование подшипников качения



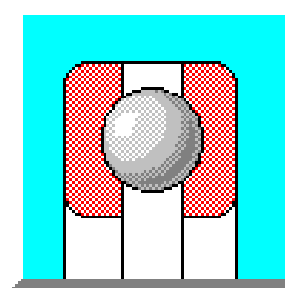
Шариковые радиальные



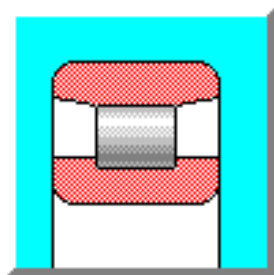
Шариковые сферические



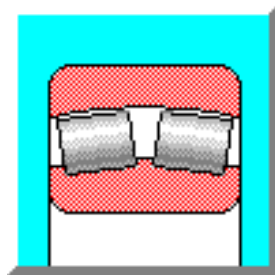
Шариковые радиально-упорные



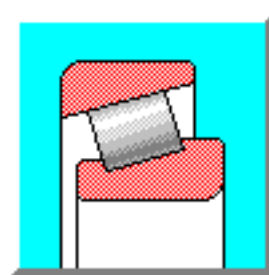
Шариковые упорные



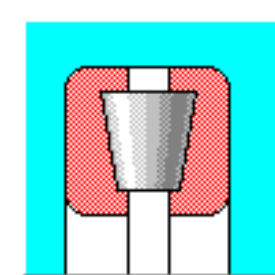
Роликовые радиальные



Роликовые сферические



Роликовые радиально-упорные



Роликовые упорные

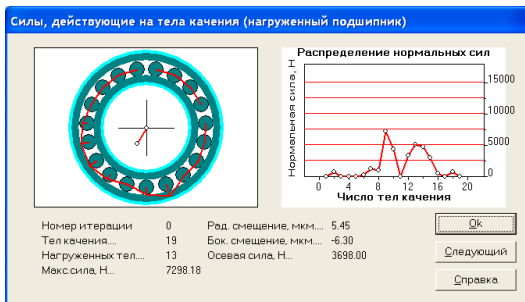


## APM Bear

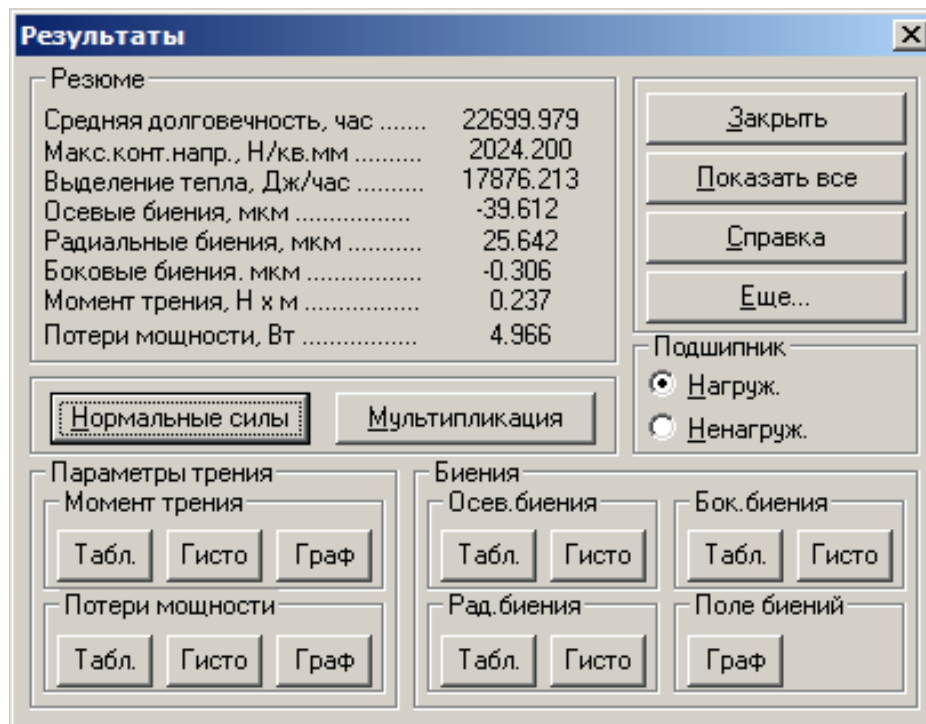
### Расчет и проектирование подшипников качения



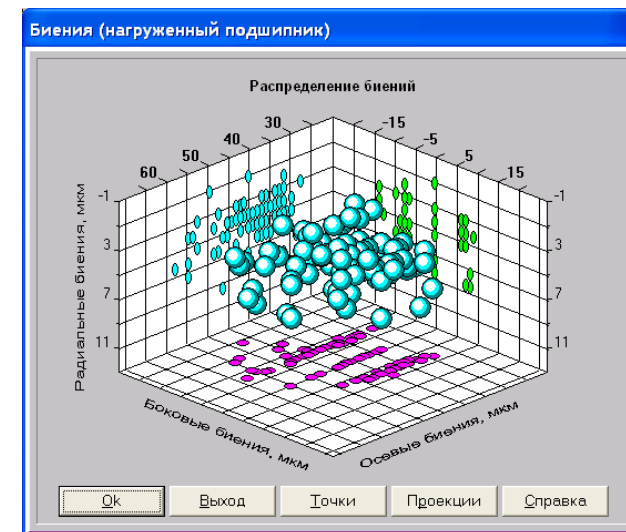
Потери мощности



Силы на тела качения



Сводная таблица «Результаты»



Биения центра подшипника



Моделирование работы подшипника

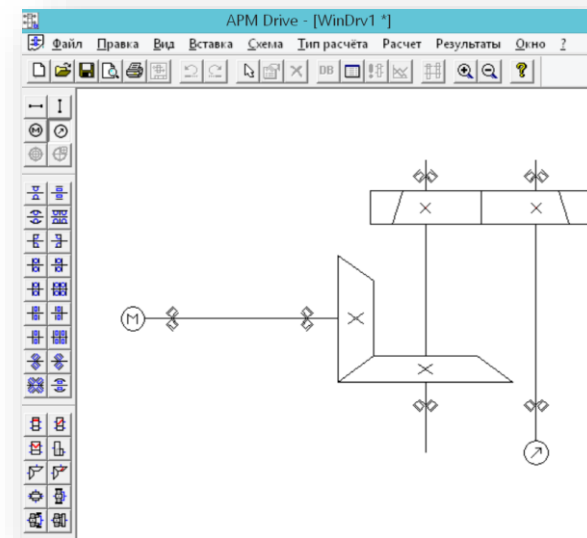
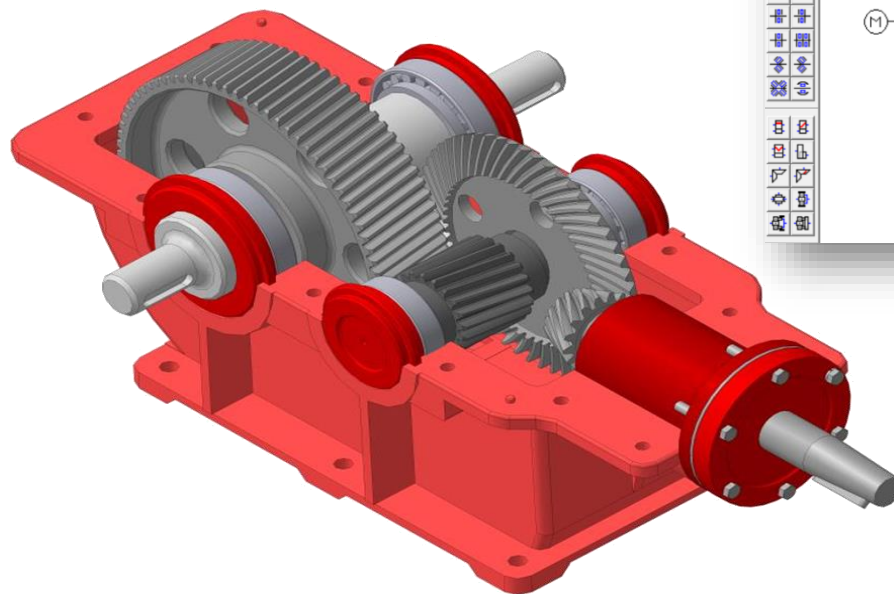


## APM Drive

Расчет и проектирование приводов вращательного движения

### Основные возможности

- Проектировочный и проверочный расчеты
- Проектирование с ограничениями
- Различные типовые элементы привода
- Произвольное расположение валов в пространстве
- Пользовательские базы данных
- Создание сборочного чертежа редуктора
- Создание чертежей элементов редуктора
- Создание текстовых отчетов

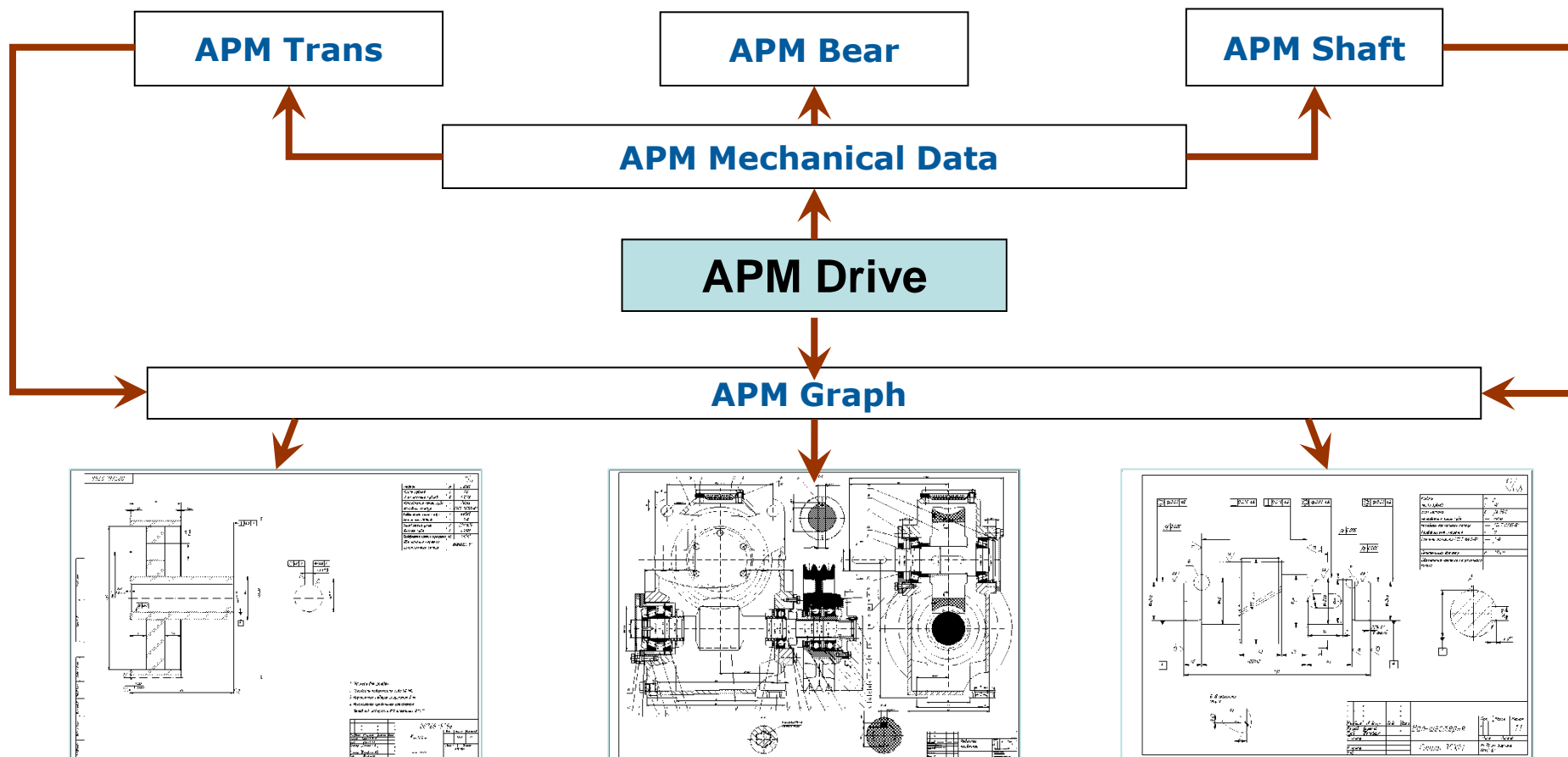






## APM Drive

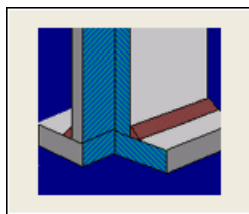
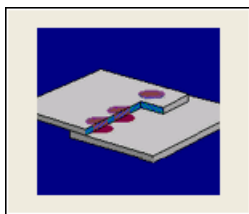
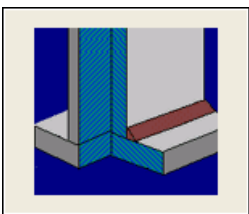
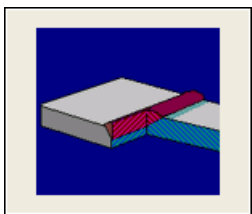
Расчет и проектирование приводов вращательного движения





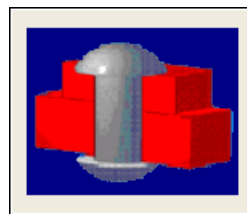
## APM Joint

расчет и проектирование соединений



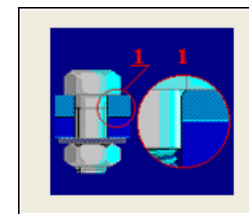
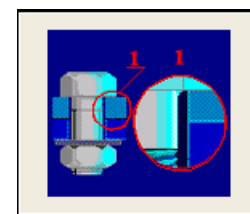
### Сварные соединения

Стыковая сварка, сварка односторонним швом, точечная сварка, сварка двухсторонним швом



### Заклепочные

Произвольная расстановка заклепок

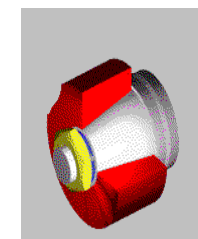
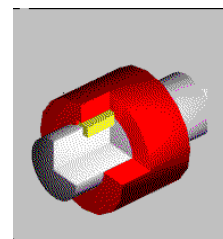
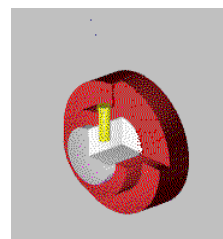
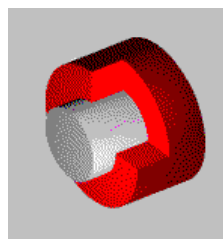
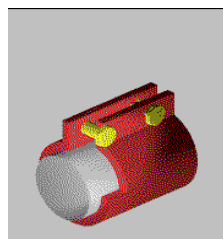
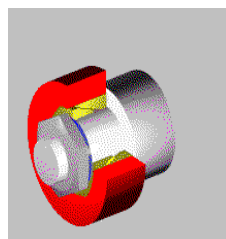
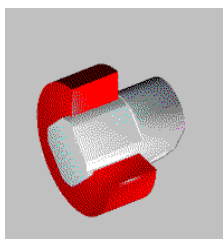
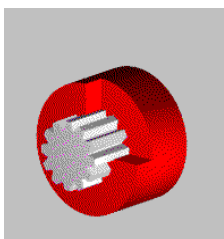


### Болтовые соединения

Установленные с зазором и без зазора

### Соединения деталей вращения

Цилиндрические и конические с натягом, шлицевые, штифтовые, клеммовые, профильные, шпоночные (клиновой, тангенциальной, призматической, сегментной, цилиндрической шпонкой)

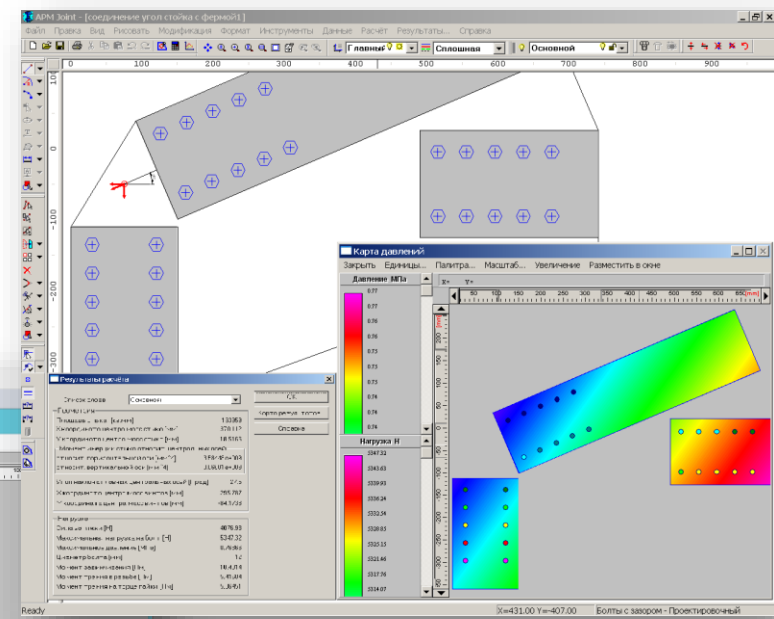
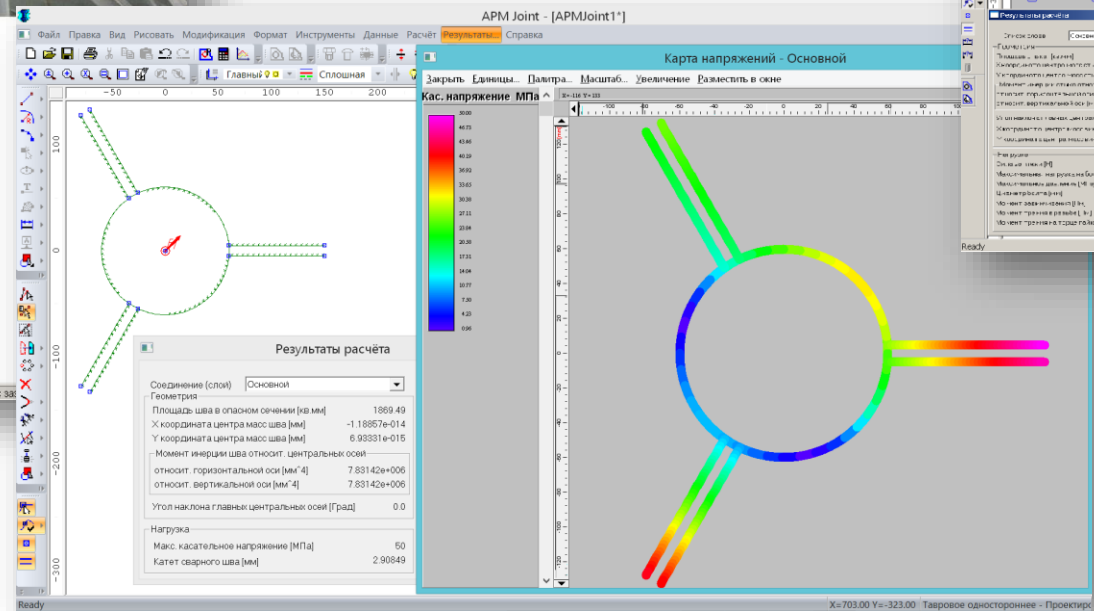
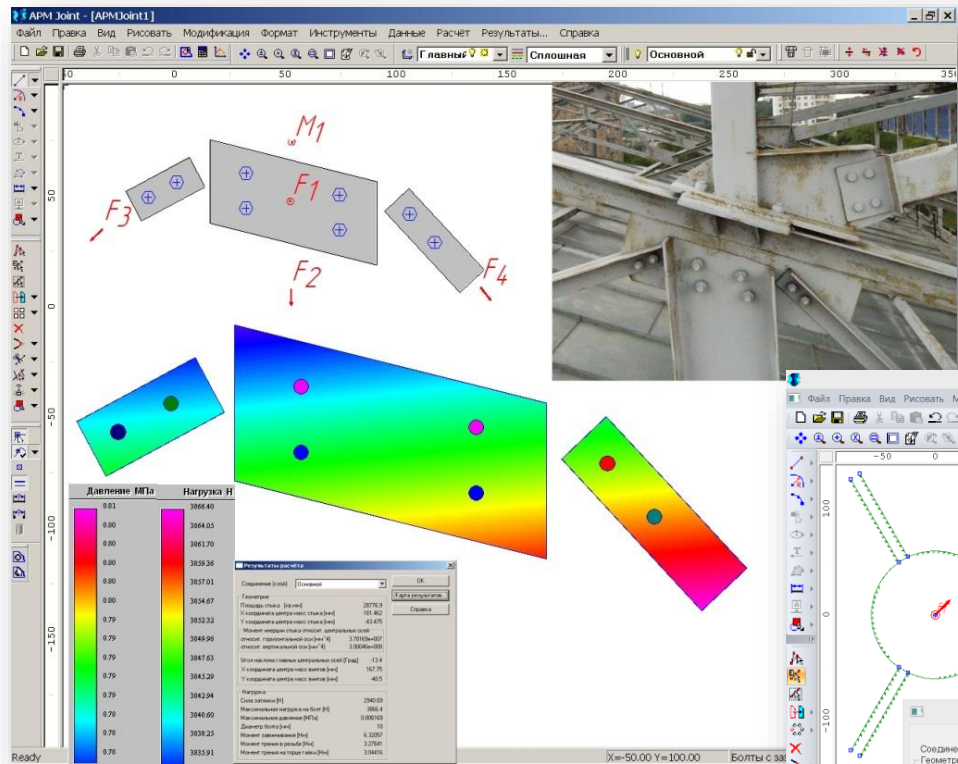




# APM Joint

## расчет и проектирование соединений

Примеры вывода результатов расчета







## APM Spring

Проектирование упругих элементов машин и механизмов

### Основные возможности

- Проектировочный и проверочный расчеты
- Работа с различными типами пружин
- Подбор стандартных витков по ГОСТ 13765-86
- Статический и усталостный расчет
- Автоматическая генерация чертежа
- Автоматическая генерация отчета
- Настраиваемая база данных стандартных упругих элементов

### Типы пружин



Сжатия



Кручения



Торсион



Растяжения



Тарельчатая



Пластина

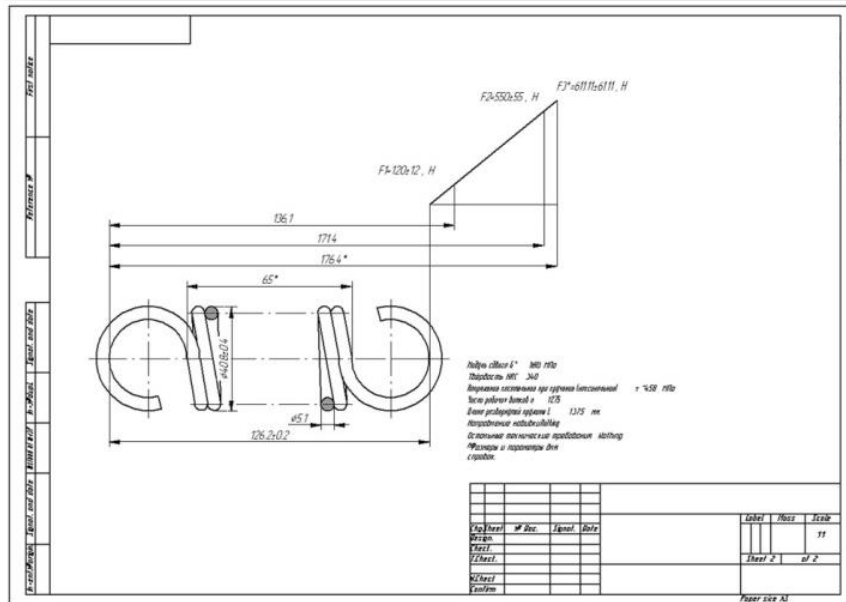


## APM Spring

### Проектирование упругих элементов машин и механизмов

Исходные данные  
и результаты расчета

Генерация чертежа



Исходные данные		Результаты	
Параметр пружины	Значение	Параметр пружины	Значение
Сила при рабочей нагрузке, [Н]	2000.	Фактический индекс пружины, [-]	7.
Сила при предварит. деформации, [Н]	400.	Средний диаметр пружины, [мм]	70.7
Рабочий ход, [мм]	50.	Наружный диаметр пружины, [мм]	80.8
Класс пружины, [-]	1.	Диаметр проволоки, [мм]	10.1
Средний диаметр пружины, [мм]	Не задано	Сила при максимальной деформации, [...]	2222.22
Индекс пружины, [-]	Не задано	Число рабочих витков, [-]	8.75
Диаметр проволоки, [мм]	Не задано	Рабочий ход, [мм]	49.45
Число рабочих витков, [-]	Не задано	Длина пружины в свободном состоянии...	98.47
Длина зацепов, [мм]	0.	Длина пружины при предвар. нагрузке, [...]	110.84
Коэффициент относит. зазора, [-]	Не задано	Длина пружины при рабочей нагрузке, [...]	160.28
Допуск. напряжение сдвига, [МПа]	Не задано	Длина пружины при макс. нагрузке, [мм]	167.15
Модуль упругости, [МПа]	Не задано	Длина развертки пружины, [мм]	1945.48
Коэффициент Пуассона, [-]	Не задано	Длина заготовки пружины, [мм]	2081.66
Материал	Пружинная про...	Шаг в свобод. состоянии, [мм]	10.1
		Шаг в нагруженном состоянии, [мм]	15.75
		Деформация при предварительной наг...	12.36
		Деформация при рабочей нагрузке, [мм]	61.81
		Деформация при максимальной нагрузк...	68.68
		Угол подъема винтовой линии, [град]	2.6
		Потенциальная энергия, [Дж]	49.45
		Допустимое напряжение сдвига, [МПа]	426.

Пример вывода результатов расчета



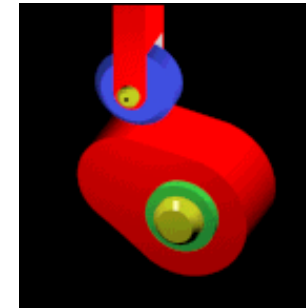
## APM Cam

### Проектирование кулачковых механизмов

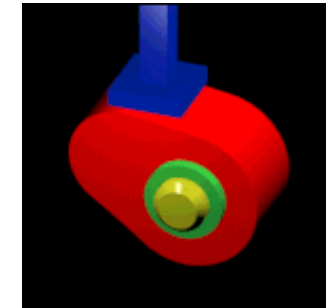
#### Основные возможности

- Проектирование различных типов механизмов
- Задание произвольного закона движения в виде графика перемещения, скорости, ускорения
- Автоматическая генерация чертежа
- Автоматическая генерация отчета

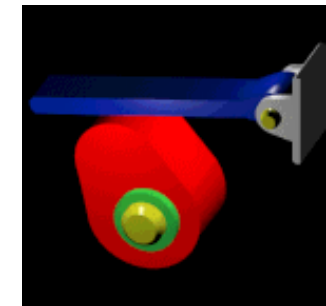
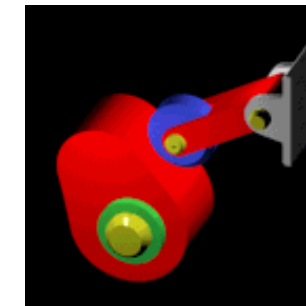
#### Поступательный тип



Толкатель с роликом



Толкатель плоский



#### Вращательный тип





## APM Cam

### Проектирование кулачковых механизмов

#### Генерация чертежа

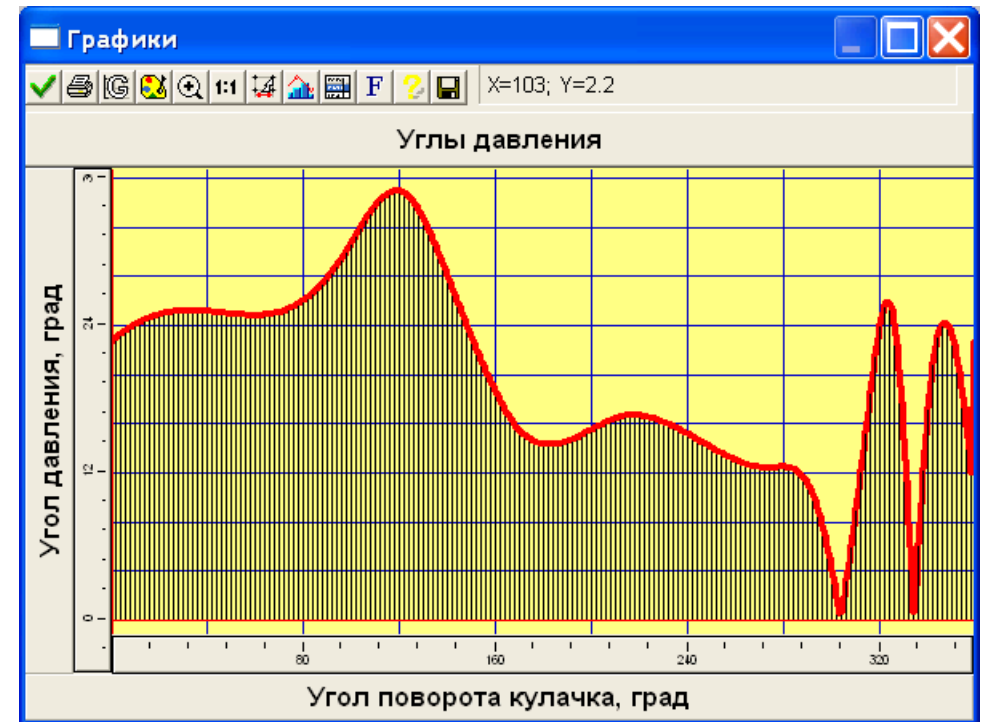
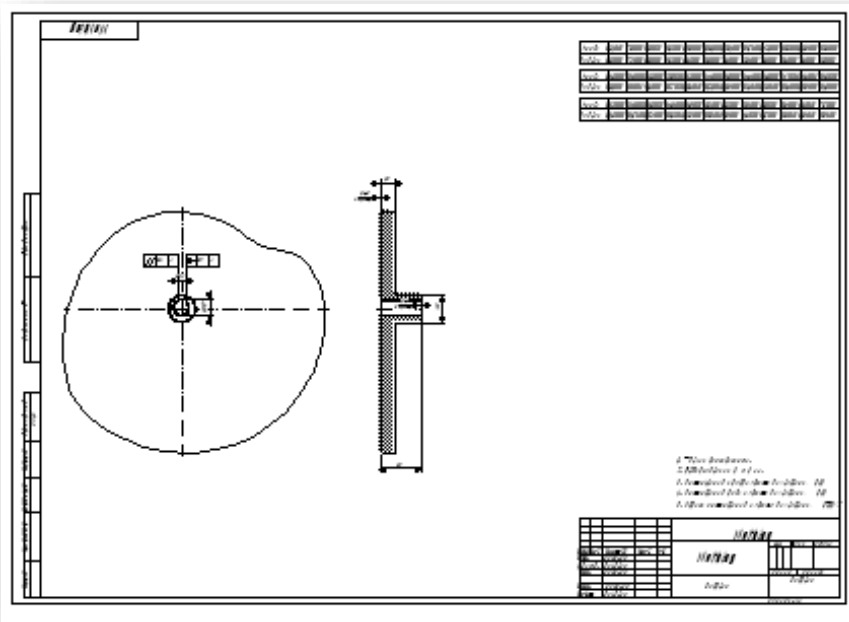


График изменения угла давления

[Пример вывода результатов расчета](#)



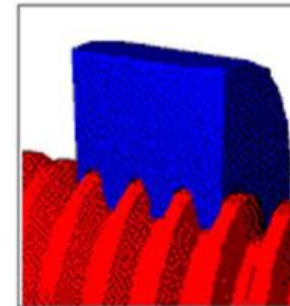
## APM Screw

### Расчет и проектирование винтовых передач

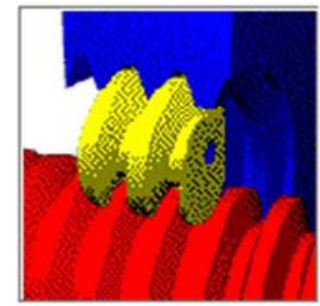
#### Основные возможности

- Расчет долговечности
- Расчет перемещений
- Расчет трения
- Расчет максимальных контактных напряжений
- Расчет потерь мощности
- Расчет выделения тепла
- Расчет усилий, действующих на тела качения
- Расчет КПД
- Расчет ошибок смещения

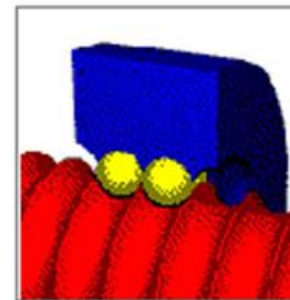
#### Типы винтовых передач



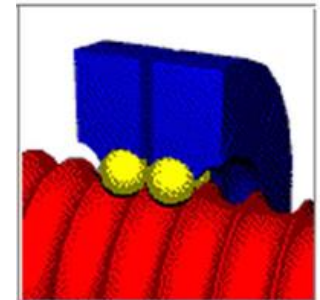
Скольжения



Планетарно-винтовая



Шарико-винтовая



Шарико-винтовая  
с преднатягом



## APM Screw

### Расчет и проектирование винтовых передач

Пример вывода результатов расчета

#### Общие результаты

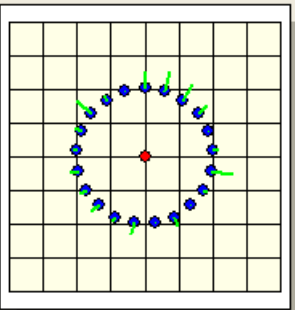
**Результаты расчета** ✖

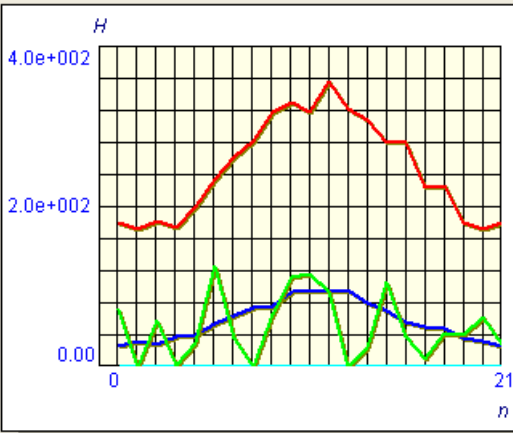
Резюме

Момент холостого хода, Н м	0.187	Заккрыть
Мощность холостого хода, Вт	0.392	
Мощность при нагрузке, кВт	0.0116	
Долговечность, час	3370.	Все
Макс. контактное напряжение, Н/мм/мм	3170.	Справка
Выделение тепла, Дж/час	41.7	
Потеря мощности, кВт	0.0116	Полугайка
Момент трения, Н м	5.54	
К.П.Д.	0.632	<input checked="" type="radio"/> Нагруженная
Осевое смещение, мкм	7.84	<input type="radio"/> Ненагруженная
Радиальное смещение, мкм	4.91	Нормальные силы
Угловое смещение, гр.	-0.00804	
Классическая долговечность, час	нет данных	Ошибки смещения
Нагрузочная способность, Н	9350.	Осевое смещение
Потеря мощности		
Таблица	График	Гистограмма
Таблица	График	Гистограмма
Таблица	График	Гистограмма
Таблица	График	Гистограмма
Таблица	График	Гистограмма
Таблица	График	Гистограмма

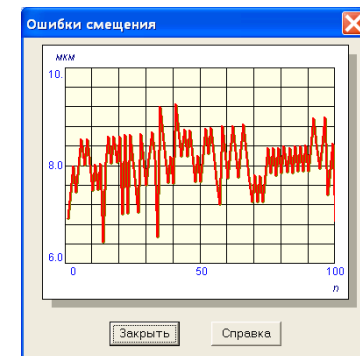
#### Силы на тела качения

**Нормальные силы** ✖

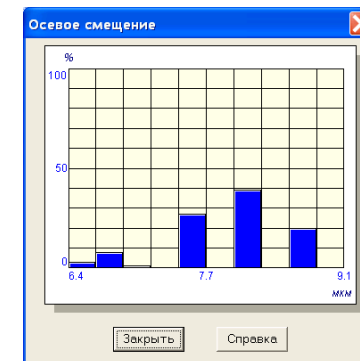




Заккрыть
Оборот
<
>
Справка



**Ошибки смещения**



**Гистограмма осевых перемещений**





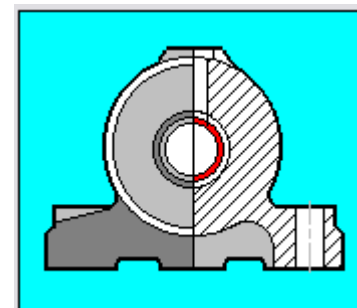
## APM Plain

### Проектирование подшипников скольжения

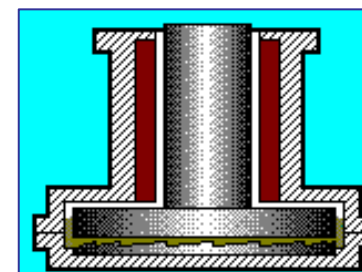
#### Основные возможности

- Расчет распределения радиальных и осевых зазоров
- Определение оптимальных значений зазора
- Определение параметров системы смазки:
  - Толщину смазочной пленки
  - Максимальную и среднюю температуру масла
  - Расход масла
- Действительный коэффициент трения и потери на трение
- Оптимальные размеры деталей подшипника

#### Типы подшипников



Жидкостного и полужидкостного трения



Упорный

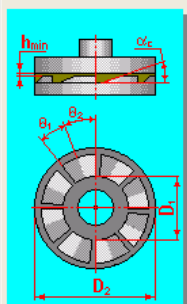


## APM Plain

### Проектирование подшипников скольжения

#### Общие результаты

Результаты расчета



Резюме

Угол скоса наклонной плоскости, $\alpha_c$	0.0451815 [град]
Средняя температура масла, $T_{av}$	50 [°C]
Минимальная толщина пленки масла, $h_{min}$	0.0289242 [мм]
Критическая толщина пленки масла, $h_{cr}$	0 [мм]
Полный расход масла, $Q$	2.53505e-006 [м³/с]
Угловой размер горизонтального участка, $\theta_2$	0.298416 [град]
Угловой размер наклонного участка, $\theta_1$	52.5396 [град]

Осевые биения

Массив Гисто

OK Справка

#### Параметры системы смазки

Результаты расчета

Резюме

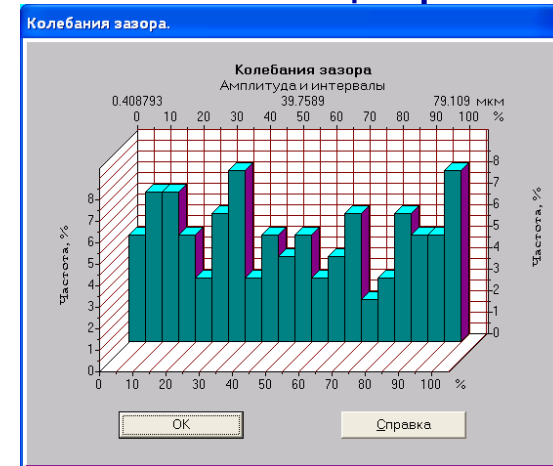
Минимальная толщина пленки, $h_{min}$	0.136104 [мм]
Критическая толщина пленки, $h_{cr}$	0 [мм]
Рекомендуемый радиальный зазор, $\delta$	0.340259 [мм]
Максимальная темп. масла, $T_{max}$	94.8809 [°C]
Средняя температура масла, $T_a$	83.9708 [°C]
Потери на трение, $N$	7.14296 [кВт]
Расход масла, $Q$	0.000194156 [м³/с]

Колебания зазора

Массив Гисто

OK Справка

#### Радиальные биения центра вала



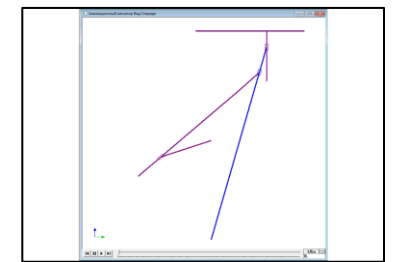
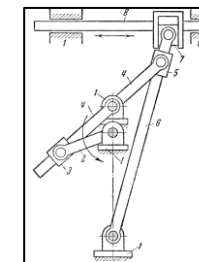
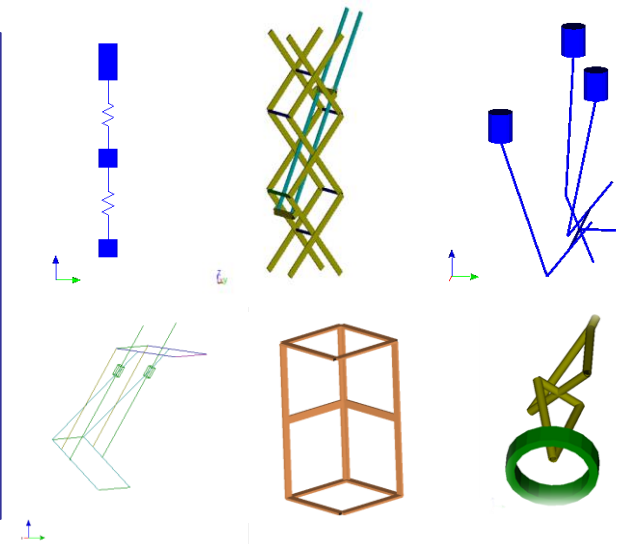
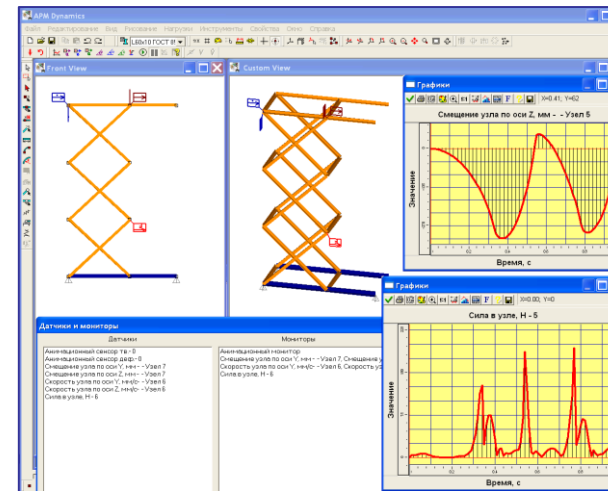


## APM Dynamics

### динамический анализ стержневых систем

#### Основные возможности

- Препроцессор для описания геометрии модели, включая процедуры задания граничных условий, наложенных на узловые точки
- Препроцессор задания законов движения ведущих звеньев и силовых факторов, действующих на элементы механической системы (компоненты пространственных сил и моментов)
- Средства задания дополнительных масс для более точного описания инерционных свойств пространственных механизмов
- Постпроцессор для визуализации и вывода на печать результатов расчета линейных и угловых перемещений, линейных и угловых скоростей и ускорений, траекторий произвольных точек модели конструкции, текущих силовых факторов, действующих на элементы механической системы
- Механизмы анимационного представления движения элементов системы в трехмерном пространстве
- Инструменты и форматы передачи данных, в том числе значений динамических нагрузок, в модуль прочностного анализа





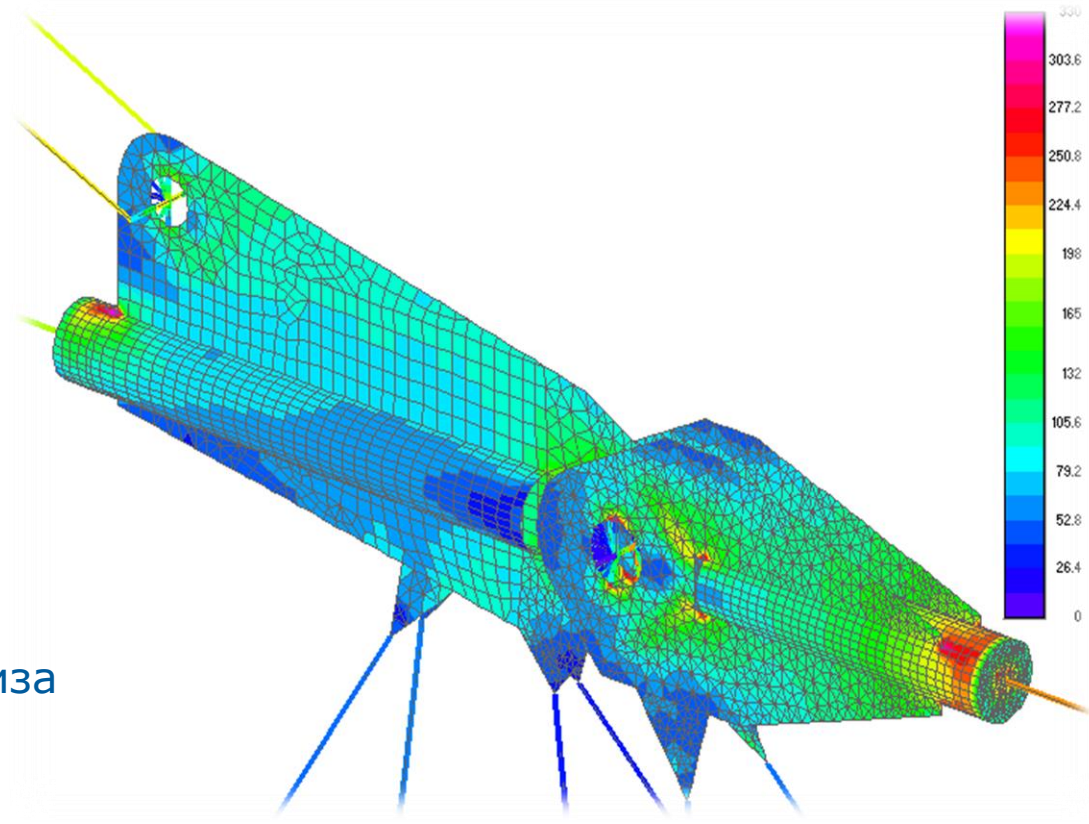


## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния,  
устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

### Основные возможности

- Препроцессор построения конечно-элементных моделей
- Импорт КЭ-сеток (dat, bdf)
- Импорт файлов из \*.dxf, txt, mdb
- Импорт металлоконструкций из КОМПАС-3D
- Наложение граничных условий
- Задание статического и динамического воздействия
- Проведение различных типов расчетов
- Вывод результатов в виде, удобном для дальнейшего анализа
- Вывод информации в текстовые отчеты



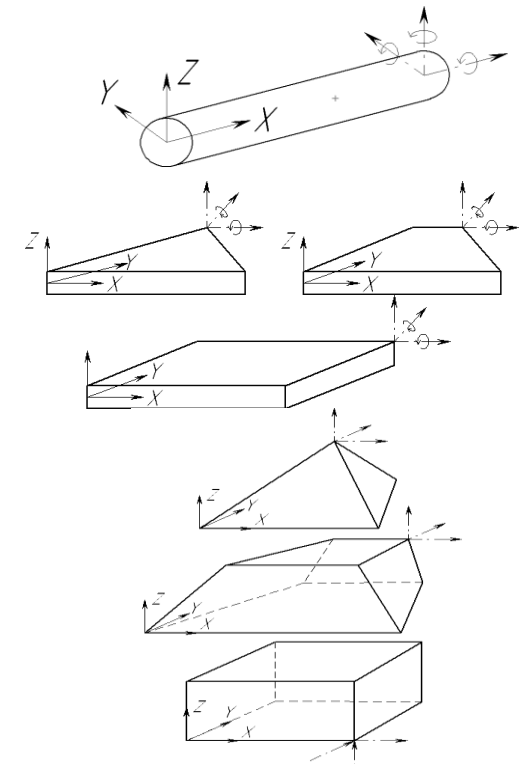


## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния,  
устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

### Типы конечных элементов

- **Стержневые**  
(произвольных поперечных сечений)
- **Гибкие элементы**  
(канаты, тросы и ванты односторонней и двусторонней жесткости)
- **Оболочечные, пластинчатые**  
(треугольные и четырехугольные)
- **Твердотельные**  
(изопараметрические первого порядка (четырёх-, шести- и восьмиузловые) и высших порядков (десяти- и двадцатиузловые))
- **Специальные элементы**  
(PIPE, упругие связи, упругие опоры, контактные элементы, сосредоточенные массы и моменты инерции и т.д.)
- **Суперэлементы метода подконструкций**





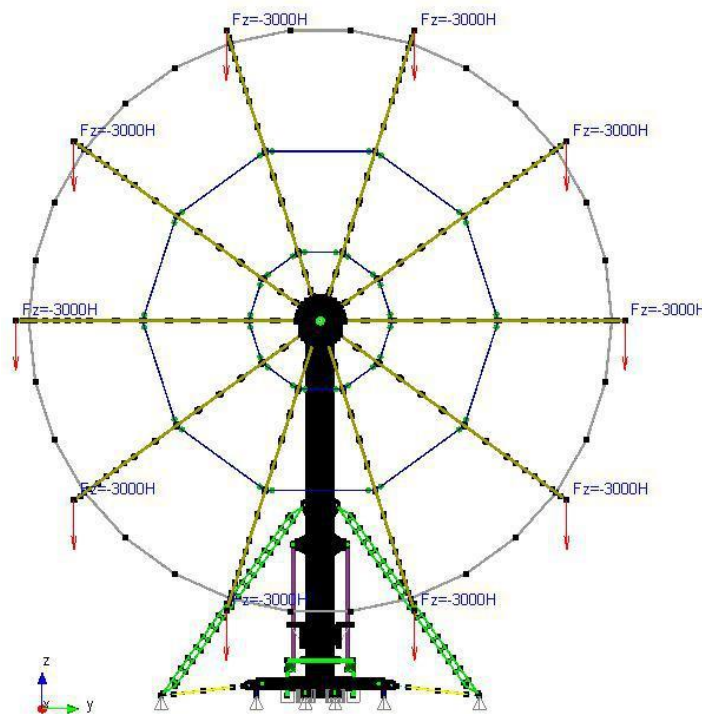
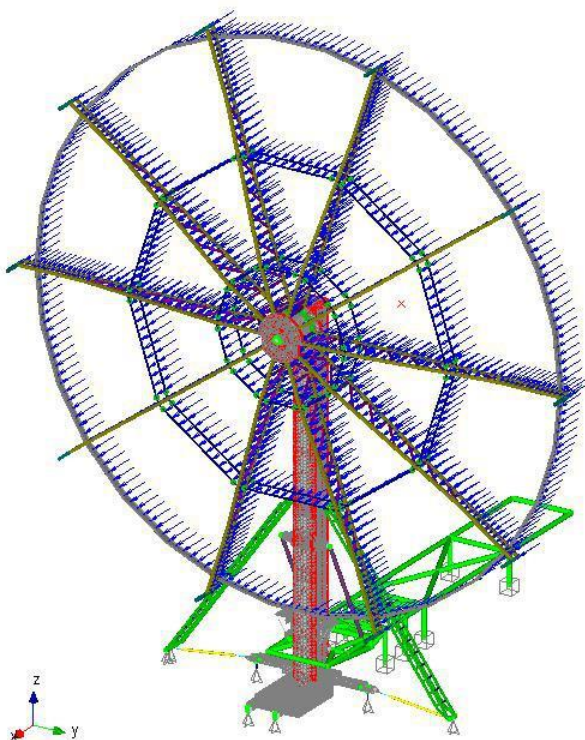
## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния,  
устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

### Граничные условия (нагрузки и закрепления)

Нагрузки

- Сила к узлу
- Момент к узлу
- Перемещение в узле
- Температура в узле
- Предварительная деформация
- Распределенная на стержень в ЛСК
- Распределенная на стержень в ГСК
- Температура на стержень
- Удалить нагрузки на стержень
- Тип нагрузки на стержень
- Распределенная нагрузка на пластину
- Линейная распределенная нагрузка на пластину
- Снеговая нагрузка
- Ветровая нагрузка
- Температура на пластину
- Линейная температура на пластину
- Давление на объемный элемент
- Ускорение
- Загружения...
  - Динамические загрузки...
  - Комбинация загрузжений...
  - Статические нагрузки в массы...
  - Случайные загрузки...
- График нагрузки...
  - Линейная нагрузка на плиту
  - Собственный вес



#### Установка односторонней опоры

Запрет перемещений по

<input type="checkbox"/> X+	<input type="checkbox"/> X-
d [0] k [∞]	d [0] k [∞]
<input type="checkbox"/> Y+	<input type="checkbox"/> Y-
d [0] k [∞]	d [0] k [∞]
<input type="checkbox"/> Z+	<input type="checkbox"/> Z-
d [0] k [∞]	d [0] k [∞]

Запрет поворота вокруг

<input type="checkbox"/> RotX+	<input type="checkbox"/> RotX-
d [0] k [∞]	d [0] k [∞]
<input type="checkbox"/> RotY+	<input type="checkbox"/> RotY-
d [0] k [∞]	d [0] k [∞]
<input type="checkbox"/> RotZ+	<input type="checkbox"/> RotZ-
d [0] k [∞]	d [0] k [∞]

При наличии заданной системы координат в узле используются оси ЛСК.  
В противном случае используются оси ГСК.

Тип опоры:

Способ задания:  Добавить  Заменить

OK Отмена Удалить Справка



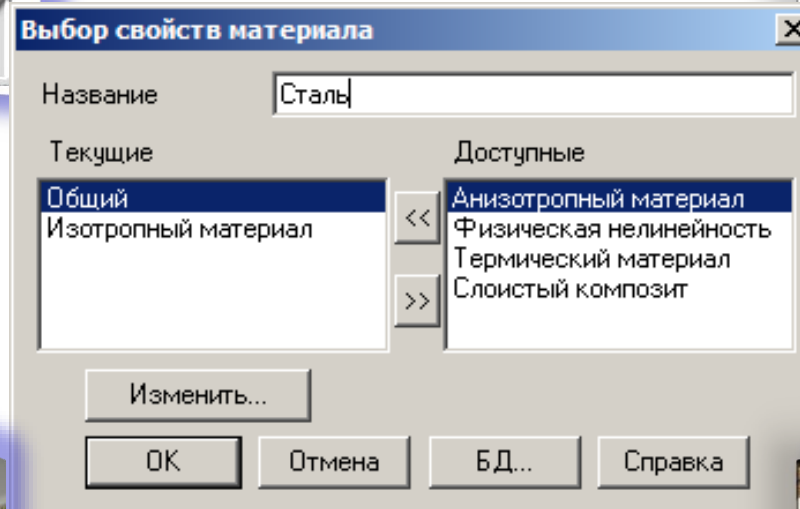
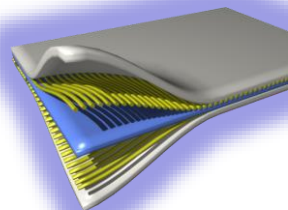
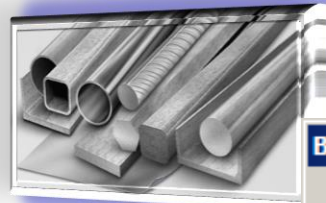


## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния,  
устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

### Типы материалов

- Изотропные
- Ортоотропные
- Анизотропные
- Многослойные
- Композиционные



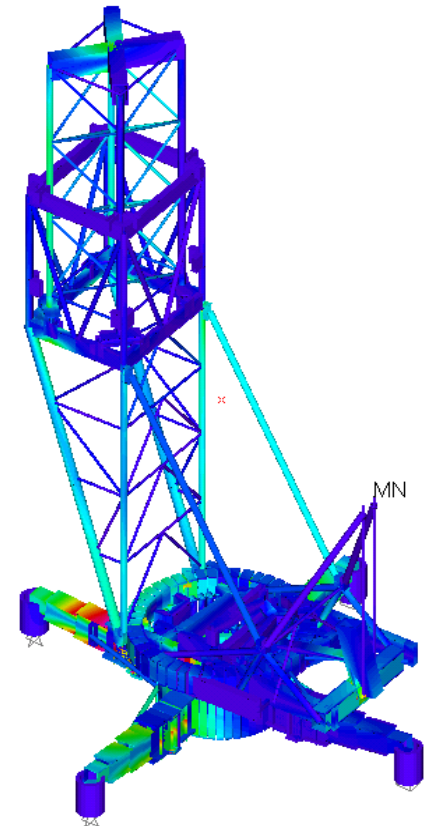
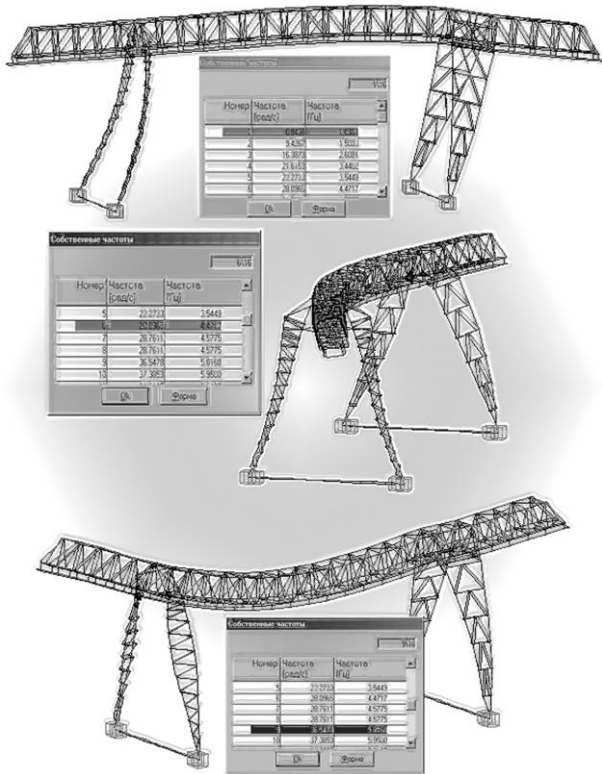


## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

### Типы расчетов

- ✓ **ЛИНЕЙНЫЙ СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ**  
(в том числе с учетом поля температур)
- ✓ **РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ**
- ✓ **РАСЧЕТ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ**  
(в том числе с предварительным нагружением)
- ✓ **НЕЛИНЕЙНЫЙ РАСЧЕТ**  
(учет физической и геометрической нелинейности)
- ✓ **РАСЧЕТ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ**  
(по произвольному графику вынуждающей силы)
- ✓ **РАСЧЕТ СТАЦИОНАРНОЙ и НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ**
- ✓ **РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ**
- ✓ **ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ**



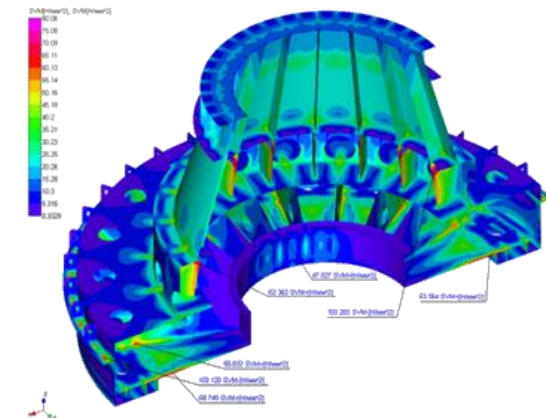
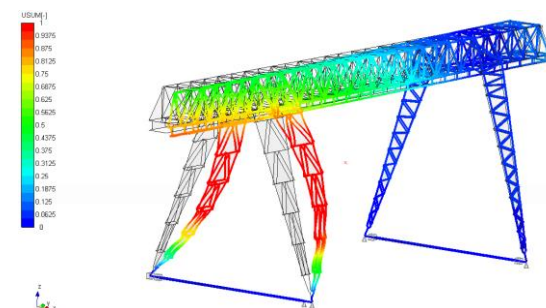
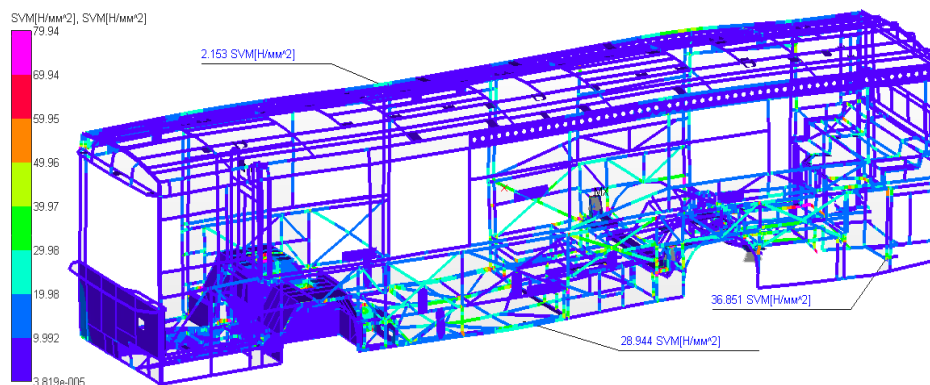
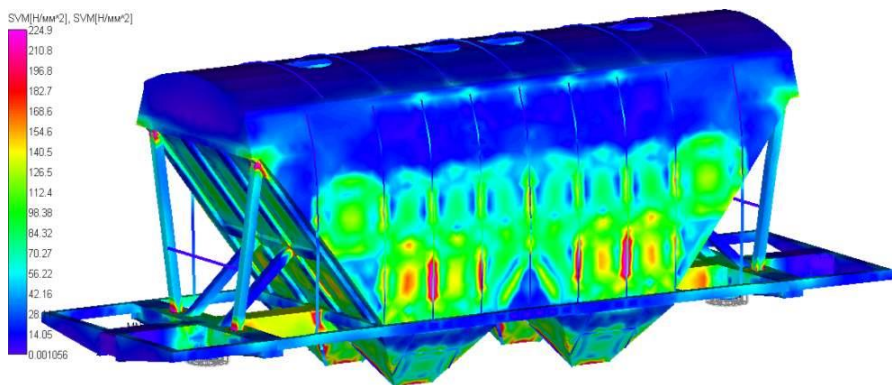


## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

### АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ. Линейные решения

- Расчет напряженно-деформированного состояния (статический расчет)
- Расчет коэффициентов запаса и форм потери устойчивости





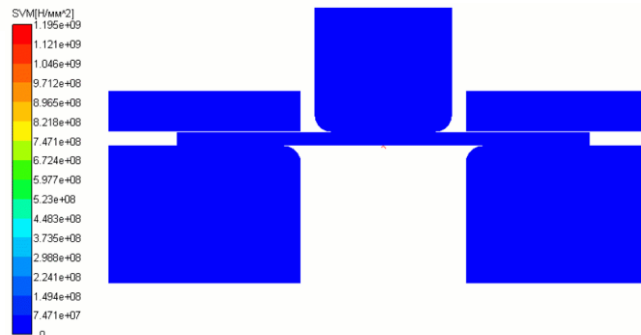
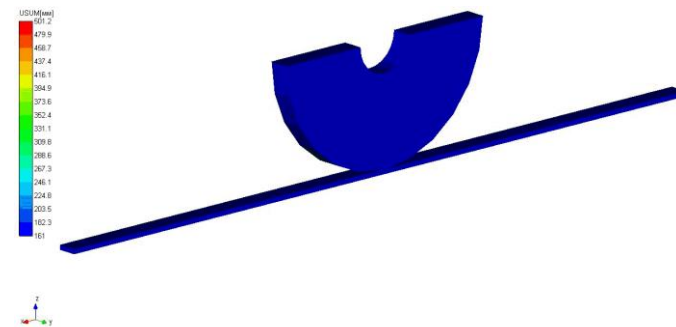
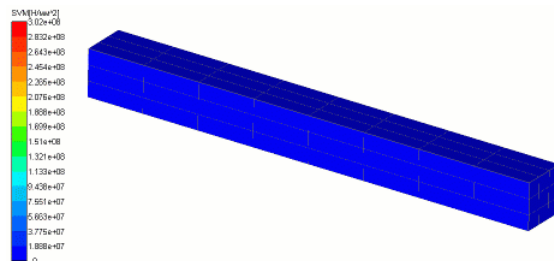


## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

### АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ. Нелинейные решения

- Расчет напряженно-деформированного состояния с учетом геометрической и физической нелинейности
- Расчет напряженно-деформированного состояния для случая контактного взаимодействия
- Расчет в случае больших перемещений с учетом геометрической и физической нелинейности
- Моделирование ударного взаимодействия\*  
\* - в разработке



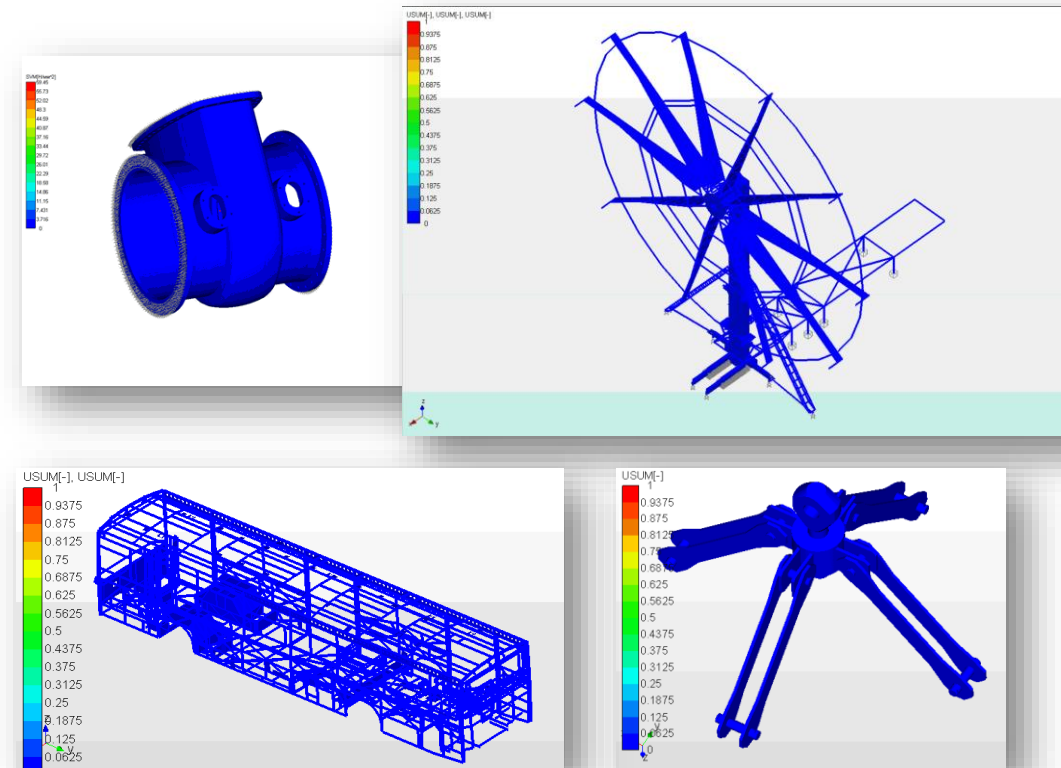


## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния,  
устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

### АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ. Динамический анализ

- Определение частот и форм собственных колебаний, в том числе с предварительным нагружением
- Расчет вынужденных колебаний моделированием реакции системы в режиме реального времени при заданном законе изменения вынуждающей нагрузки
- Расчет усталостной прочности под воздействием циклического внешнего воздействия при постоянном, переменном и случайном режимах нагружения
- Расчет вибрации оснований
- Моделирование работы конструкций при сейсмических воздействиях



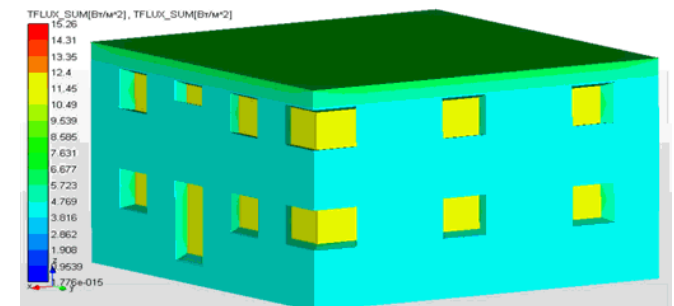
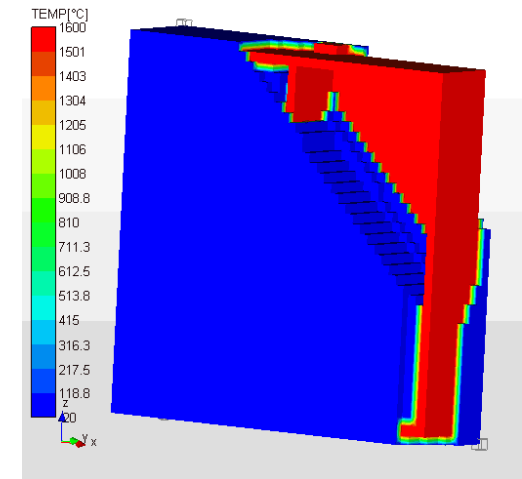


## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

### ТЕПЛОВОЙ АНАЛИЗ. Основные возможности

- Расчет температур в любой точке модели конструкции в условиях установившегося теплового режима эксплуатации
- Расчет температур в любой точке модели для переменного во времени теплового эксплуатационного режима
- Визуализация результатов расчета в форме температурных карт, как на поверхности, так и в поперечном сечении модели
- Анимационное представление результатов расчета в случае нестационарной теплопроводности и теплообмена







## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

# МЕХАНИКА РАЗРУШЕНИЯ. ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ

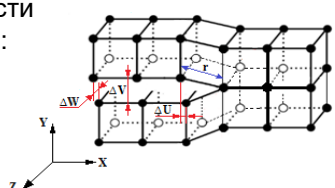
### Статический анализ

Коэффициент интенсивности напряжения:

$$K_I = \sqrt{2\pi} \frac{2G\Delta V}{(1+\mu)\sqrt{r}}$$

$$K_{II} = \sqrt{2\pi} \frac{2G\Delta U}{(1+\mu)\sqrt{r}}$$

$$K_{III} = \sqrt{2\pi} \frac{2G\Delta W}{\sqrt{r}}$$

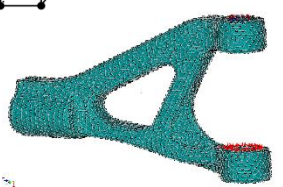
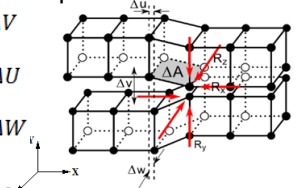


Интенсивность выделения энергии:

$$G_I = \frac{1}{2\Delta A} R_y \Delta V$$

$$G_{II} = \frac{1}{2\Delta A} R_x \Delta U$$

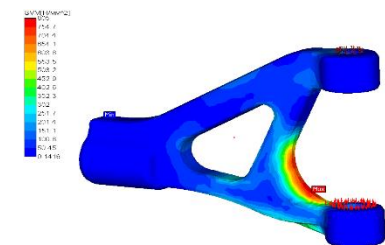
$$G_{III} = \frac{1}{2\Delta A} R_z \Delta W$$



### Нелинейный анализ



Инвариантный J-интеграл:  $J = W - U$



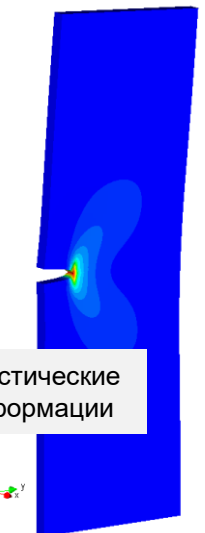
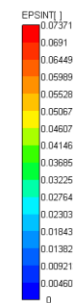
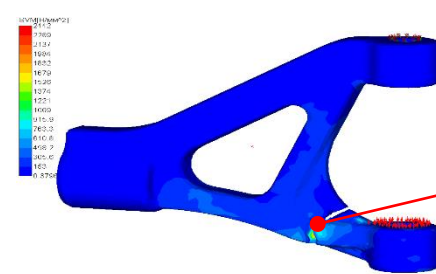
### Усталостный анализ

Повторно-переменная нагрузка

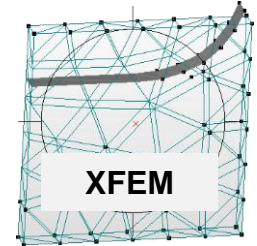
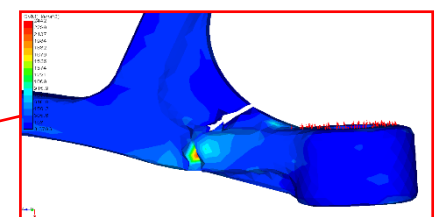
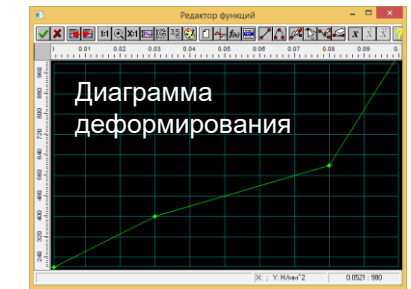
$$N = \frac{1}{C_0} \left( \frac{\Delta K}{\sqrt{L_0}} \right)^n \left( \frac{1}{n-1} \right) \left( \frac{1}{L_0^2-1} - \frac{1}{L_C^2-1} \right)$$

Случайная нагрузка

$$DF = \sum_{i=1}^I \frac{0.5FSF_i}{N_{pi}} \quad FSF = \frac{1}{\sum_{i=1}^I \frac{0.5}{N_{pi}}}$$



Пластические деформации





## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

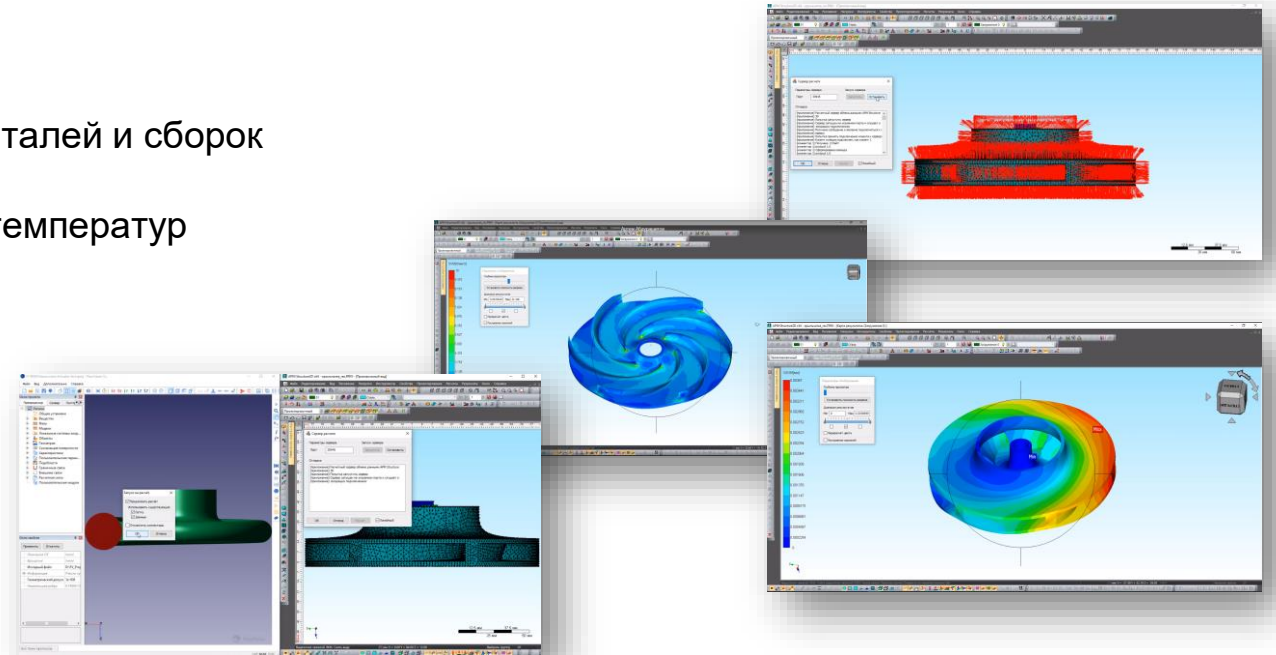
# Решение смешанных задач аэро- гидродинамики и прочности конструкций (Расчет FSI)

APM WinMachine  
Прочностной, модальный  
и динамический анализ

- ✓ Возможность расчета деталей и сборок
- ✓ Учет полей давлений и температур

Итерационное  
взаимодействие

FlowVision  
Расчет обтекания лопатки,  
нестационарный тепловой анализ



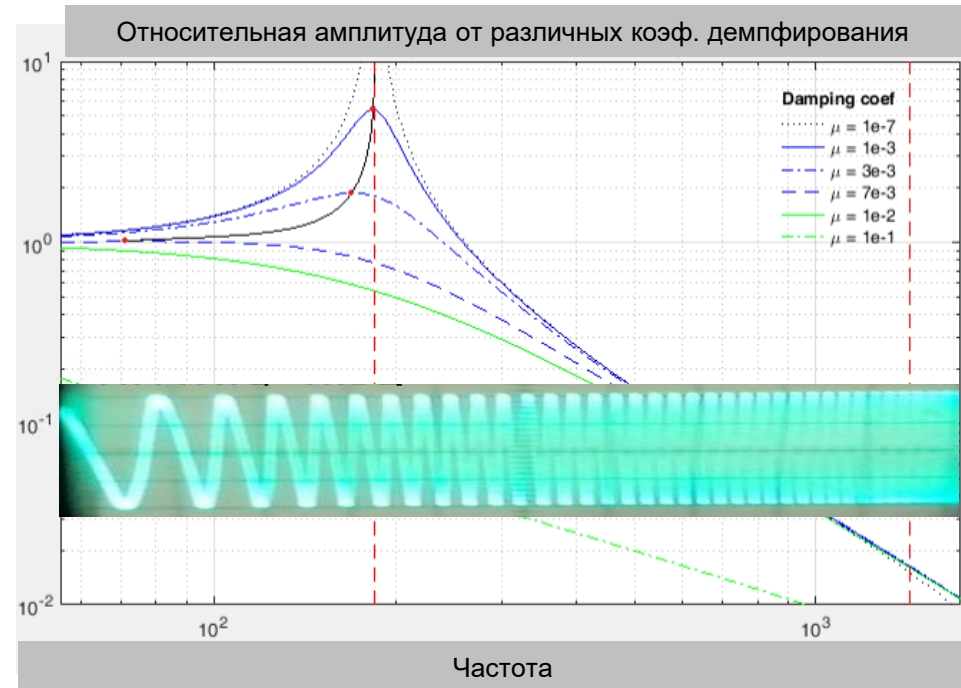
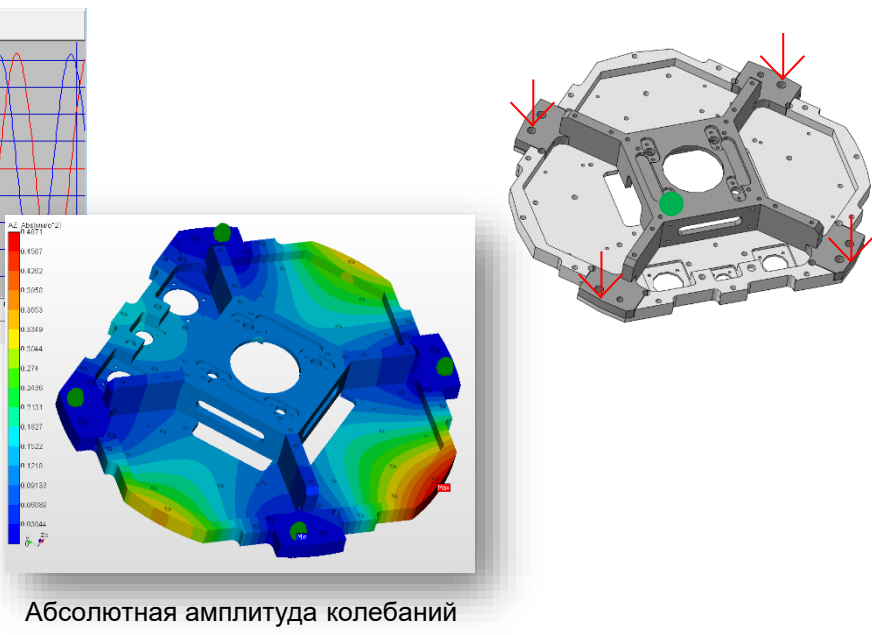
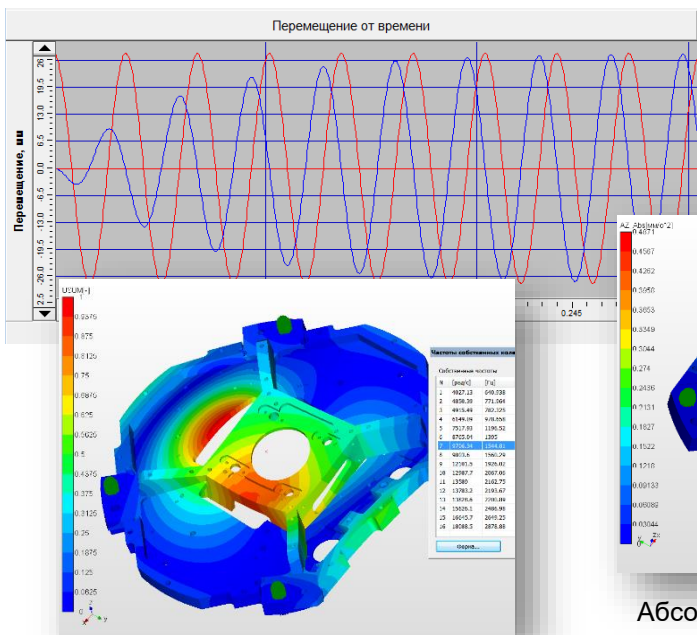


## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

### Гармонический анализ

При гармоническом анализе находится решение для установившихся вынужденных колебаний для заданного пользователем диапазона частот







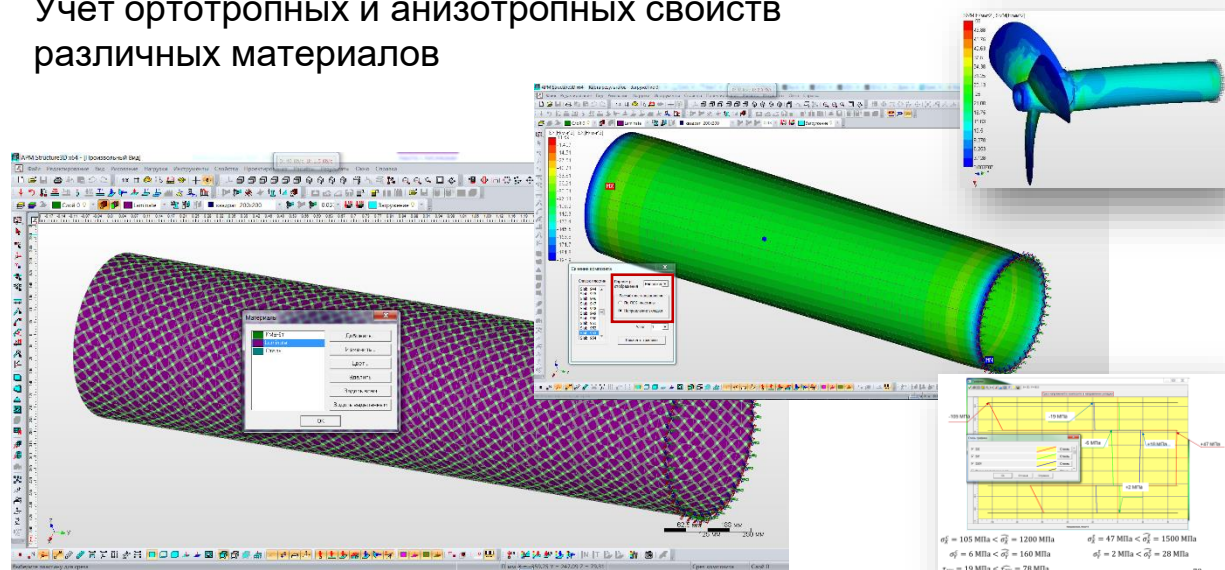
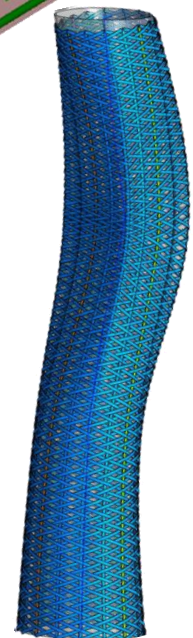
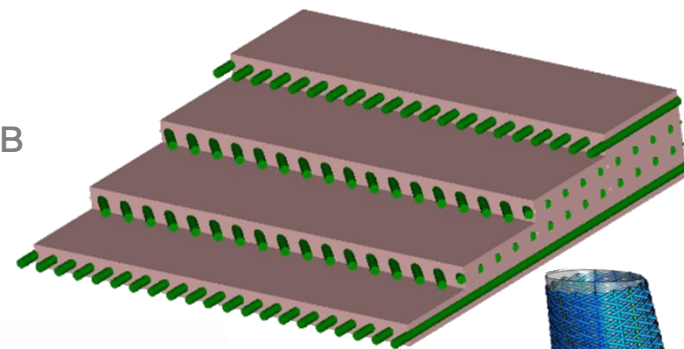
## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

### Композиты

Расчет конструкций из композиционных материалов

- ✓ Слоистые композиты (ламинаты)
- ✓ Учет ортотропных и анизотропных свойств различных материалов



Выбор свойств материала

Название: Laminete  
 Текстура: Доступные  
 Общий: Изотропный материал  
 Слоистый композит: Анизотропный материал

Слоистый композит

№	Цвет	Материал	Толщина T, [мм]	Начальный угол Alpha0, [градус]	Угол поворота Alpha, [градус]	Z-ср., [мм]
1		КМУ-9г	7,5	0	38	11,25
2		КМУ-9г	7,5	0	-52	3,75
3		КМУ-9г	7,5	0	-52	-3,75
4		КМУ-9г	7,5	0	38	-11,25

Общая сводка

Формула по углам слоев [градус]: [38;-52]S  
 Формула по толщинам слоев [мм]: [7,5\*4]T

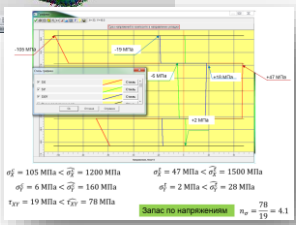
Число слоев: 4  
 Общая толщина, [мм]: 30

Анизотропный материал

Материал: Анизотропный материал

Параметры:

Параметры	Модуль упругости Н/мм <sup>2</sup>	Коэффициент Пуассона	Модуль сдвига Н/мм <sup>2</sup>	
Exx	3.8000e+04	0.3200	Gxy	3.6000e+04
Eyy	5.0000e+04	0.3000	Gyz	7.6923e+04
Ezz	2.0000e+04	0.3000	Gxz	7.6923e+04



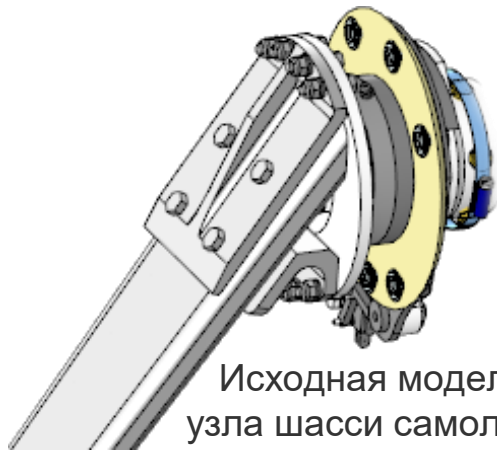


## APM Structure3D

Расчет напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций

### Топологическая оптимизация конструкций

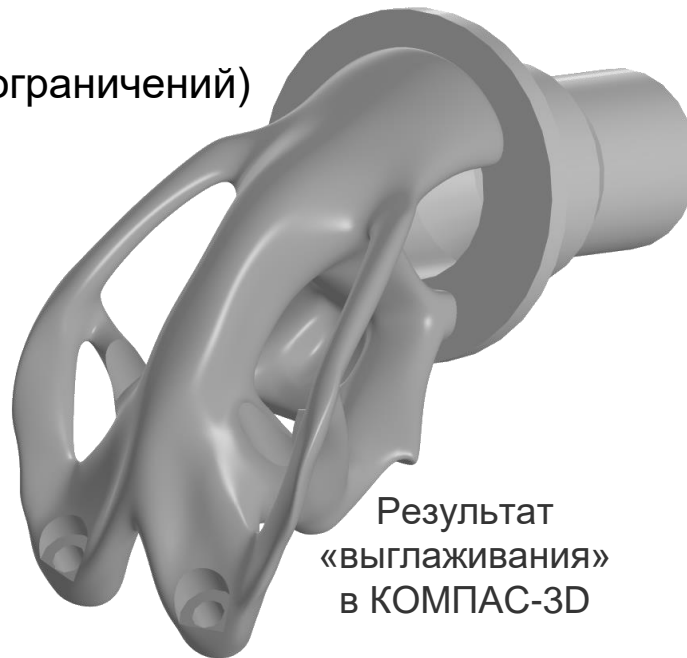
- ✓ Синтез формы новых конструкций
- ✓ Оптимизация существующих конструкций
- ✓ Самостоятельное формирование пользователем оптимизационной задачи (задание целевой функции и ограничений)
- ✓ Учет технологических ограничений
- ✓ Экспорт результатов расчета в STL



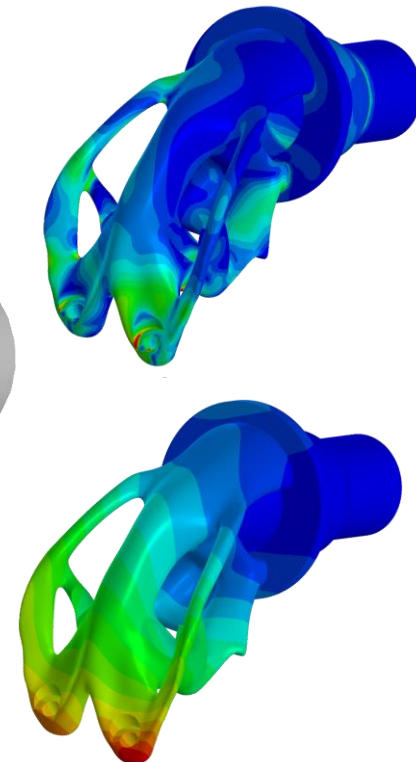
Исходная модель узла шасси самолета



STL-файл после оптимизации



Результат «выглаживания» в КОМПАС-3D



Результаты проверочного расчета



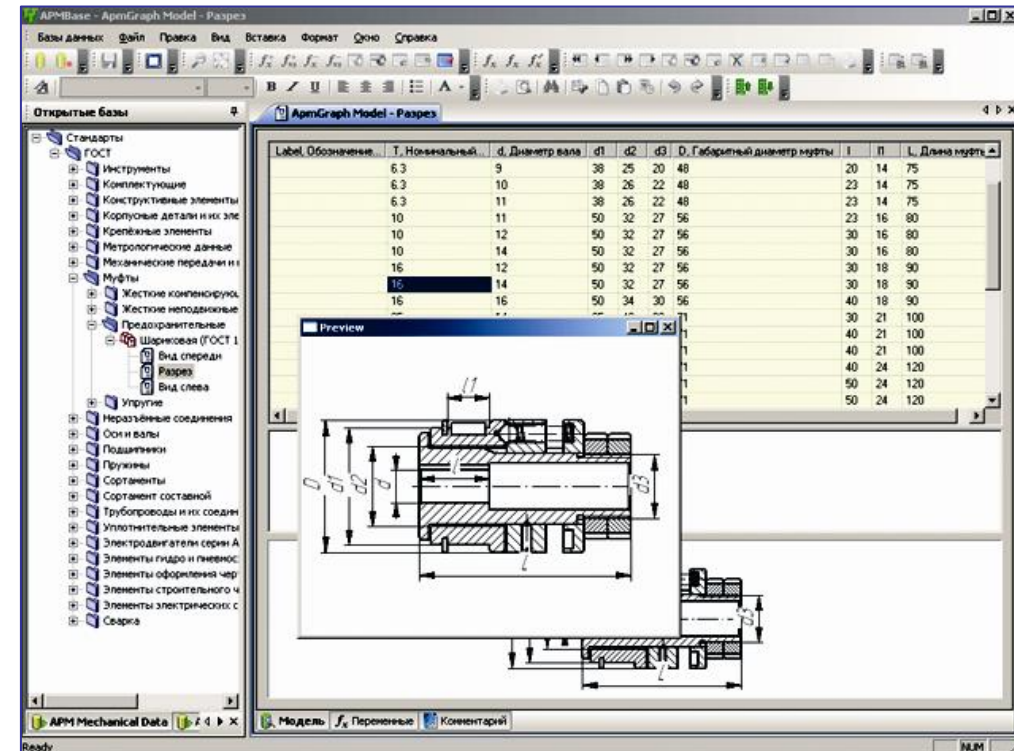


## APM Base

Система управления базами данных

### Основные возможности

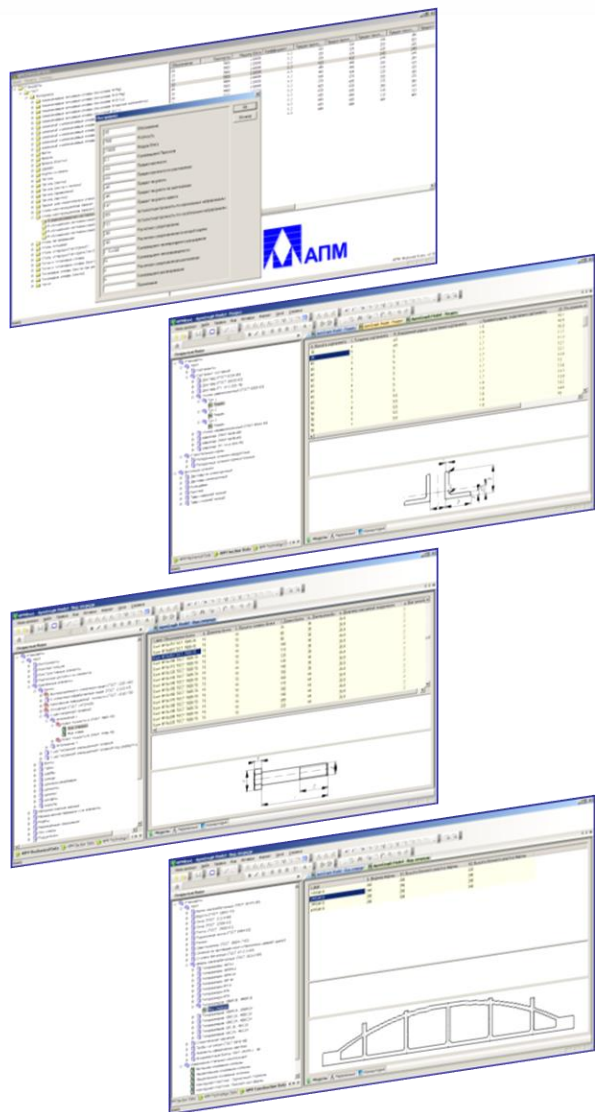
- Работа с поставляемыми базами данных
- Создание пользовательских баз данных
- Работа с параметрическими моделями
- Настройка и интеграция баз данных с расчетными и графическими модулями системы APM WinMachine
- Поиск по базам данных







## Базы данных



**APM Material Data** – база данных параметров материалов

**APM Section Data** – база данных параметрических сечений




**APM Mechanical Data** – база данных стандартных деталей и узлов, справочных данных по машиностроению

**APM Construction Data** – база данных графической информации по стандартным деталям и элементам строительных конструкций



## Сертификация

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ  
нормативным документам  
в области строительства

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ	
 <b>СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ</b>	
№ РОСС.RU.НБ27.Н00746	
Срок действия с 21.09.2020 по 20.09.2023	
№ <b>0563438</b>	
<b>ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ</b> рег. № RA.RU.11НБ27 продукции Общества с ограниченной ответственностью "АбсолютСертПлюс". Место нахождения: 196096, РОССИЯ, ГОРОД САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, УЛИЦА МАРШАЛА ГОВОРОВА, ДОМ 49, ЛИТЕРА А, ОФИС 604.1, фактический адрес: 198095, РОССИЯ, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, дом 49 литер А, помещение 604.1, телефон: +79161840048, электронная почта: absolut.cert.plus@gmail.com. Аттестат аккредитации № RA.RU.11НБ27, выдан 17.06.2019 года	
<b>ПРОДУКЦИЯ</b> Программа для ЭВМ АРМ Civil Engineering Расчет и проектирование конструкций для промышленного и гражданского строительства. Серийный выпуск	код ОК 62.01.29
<b>СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ</b> СП 14.13330.2018 (СНиП II-7-81*), СП 15.13330.2012 (СНиП II-22-81*), СП 16.13330.2017 (СНиП II-23-81*), СП 20.13330.2016 (СНиП 2.01.07-85*), СП 63.13330.2018 (СНиП 52-01-2003), СП 64.13330.2017 (СНиП II-25-80), СП 128.13330.2016 (СНиП 2.03.06-85), СТО 36554501-002-2006, ГОСТ 56597-2015, ГОСТ 27751-2014, ГОСТ 28195-89, ГОСТ 28506-80, ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-83, ГОСТ Р ИСО 9127-94, ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, СП 22.13330.2016 (СНиП 2.02.01-83*), ГОСТ Р 55525-2017	код ТН ВЭД
<b>ИЗГОТОВИТЕЛЬ</b> Общество с ограниченной ответственностью Научно-технический центр "АПМ". Место нахождения: Российская Федерация, Московская область, 141077, город Королев, бульвар Октябрьский, дом 14, VI, идентификационный номер налогоплательщика: 5018019971, телефон: +74951205810, электронная почта: com@apm.ru	
<b>СЕРТИФИКАТ ВЫДАН</b> Общество с ограниченной ответственностью Научно-технический центр "АПМ". Место нахождения: Российская Федерация, Московская область, 141077, город Королев, бульвар Октябрьский, дом 14, VI, телефон: +74951205810, электронная почта: com@apm.ru	
<b>НА ОСНОВАНИИ</b> Протокола № 49 от 15.09.2020 года, выданного Испытательной лабораторией программного обеспечения, информационных технологий и средств информатизации НП "ГРАНИТ-ЭС" № RA.RU.22СП37	
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b> Схема сертификации: 3с	
 М.П. Руководитель органа Эксперт	 Смоляникова Оксана Сергеевна генеральный директор Азарян Армен Альбертович генеральный директор
Сертификат не применяется при обязательной сертификации	

 Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) Федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ») Экспертный совет по аттестации программ для ЭВМ при Ростехнадзоре	
 	
<b>АТТЕСТАЦИОННЫЙ ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН</b>	
«АРМ Structure3D – базовый расчетный модуль программ для ЭВМ компании НТЦ «АПМ», версия 16» (АРМ Structure3d 16)	
регистрационный №	488 от 19.12.2019 г.
выдан	Обществу с ограниченной ответственностью Научно-технический центр «АПМ» (ООО НТЦ «АПМ») Юридический адрес: Россия, 141070, г. Королев, Московская обл., Октябрьский бульвар, д. 14, офис 6
срок действия	до 19.12.2029 г.
Заместитель директора ФБУ «НТЦ ЯРБ», Председатель Экспертного совета по аттестации программ для ЭВМ при Ростехнадзоре, канд. техн. наук	 С.Н. Богдан <i>М.П. Богдан</i>
 ETSON	 EUROPEAN TECHNICAL SAFETY ORGANISATIONS NETWORK
 РОСТЕХНАДЗОР	 TÜV Rheinland CERTIFICATION
 Система менеджмента ISO 9001:2015 № RA.RU.01.000000	

АТТЕСТАЦИОННЫЙ ПАСПОРТ  
ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА  
выдан Ростехнадзор  
(ФБУ «НТЦ ЯРБ»)





Атомная промышленность



Автомобильная промышленность



Судостроение



Нефтегазовая отрасль



Аэрокосмическая промышленность



ВУЗы



Военно-промышленный комплекс

**НАШИ пользователи**



Пищевая промышленность

**Производство оборудования**



Печатная промышленность

Сельскохозяйственное оборудование



Станкостроение



**Производство машин**

Тяжелое машиностроение



Подъемно-транспортное машиностроение



Железнодорожный транспорт







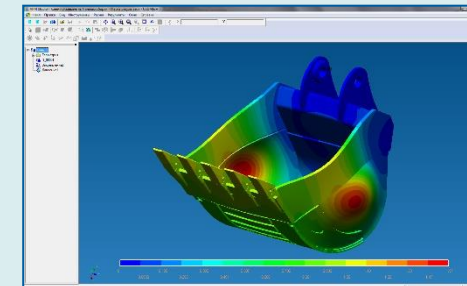
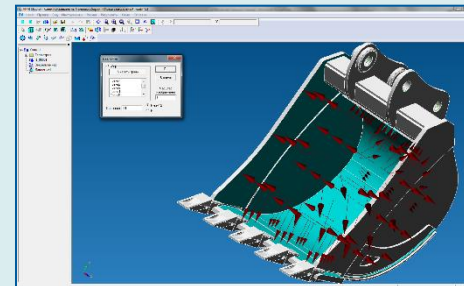
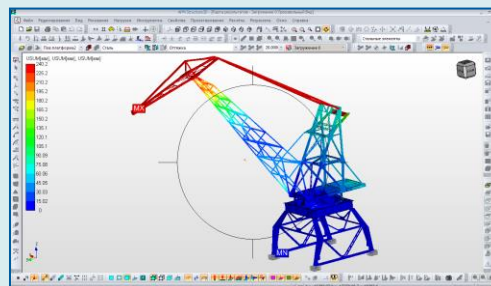
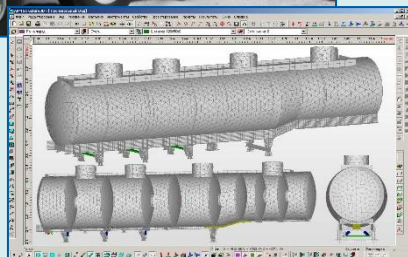
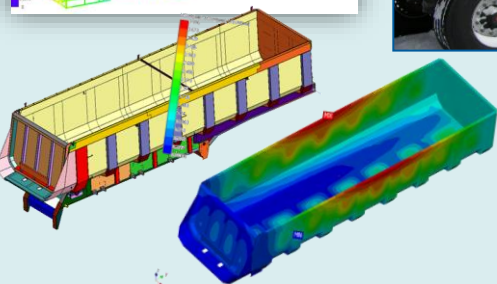
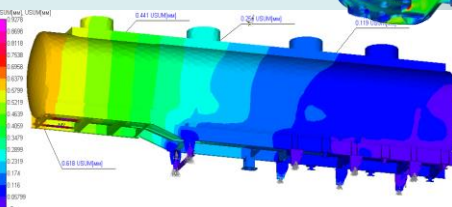
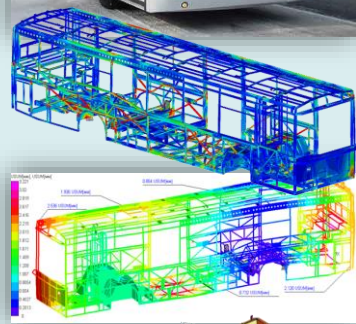
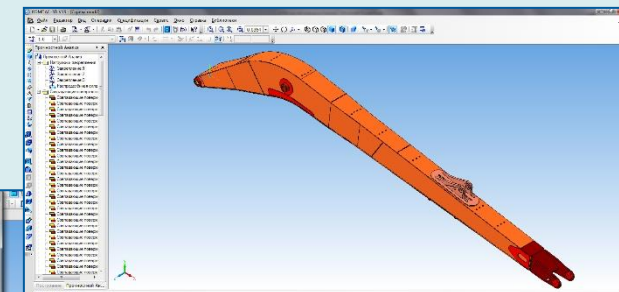
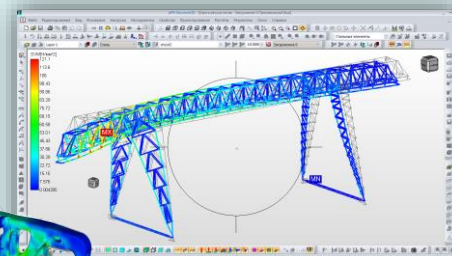
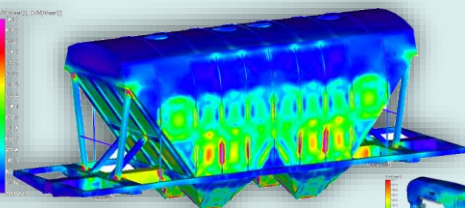
**НЕФАЗ**

**МЕТРОВАГОНМАШ**



**БАЛТКРАН**

**Kanonersky Shiprepairing Yard**



Головной филиал  
«НПО «Винт»  
ОАО «ЦС «Звездочка»





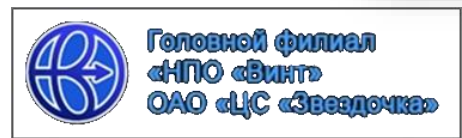
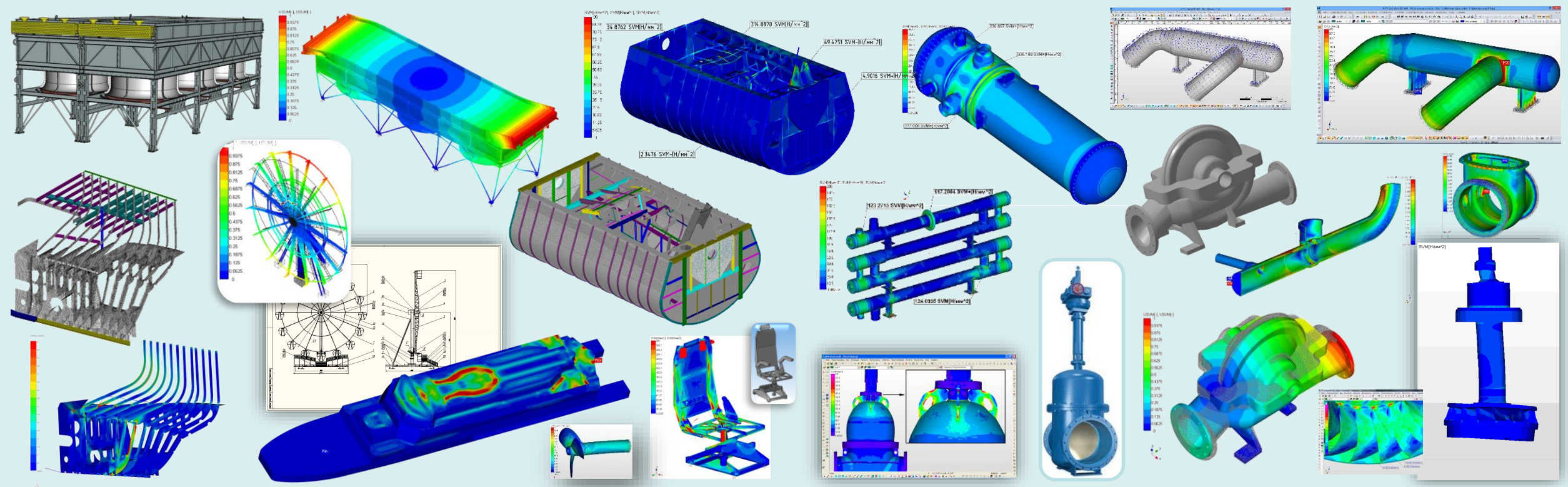


НЕФАЗ

МЕТРОВАГОНМАШ



БАЛТКРАН







# Спасибо за внимание!

Компания НТЦ «АПМ»  
Московская область, г. Королев  
Октябрьский бульвар, д. 14, офис 6  
Тел.: (495) 120-58-10  
Internet: [www. apm.ru](http://www.apm.ru)  
E-mail: [com@apm.ru](mailto:com@apm.ru)

